

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES  
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,  
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT  
- Luftreinhaltetechnik -

Forschungsbericht 297 44 849  
UBA-FB 000105



# **Luftreinhaltung: Leitfaden zur Emissionsüberwachung**

von

UMEG – Zentrum für Umweltmessungen, Umwelterhebungen und  
Gerätesicherheit Baden-Württemberg, Karlsruhe

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Diese TEXTE-Veröffentlichung kann bezogen werden bei  
**Vorauszahlung von DM 20,-- (10,26 Euro)**  
durch Post- bzw. Banküberweisung,  
Verrechnungsscheck oder Zahlkarte auf das

Konto Nummer 4327 65 - 104 bei der  
Postbank Berlin (BLZ 10010010)  
Fa. Werbung und Vertrieb,  
Ahornstraße 1-2,  
10787 Berlin

Parallel zur Überweisung richten Sie bitte  
eine schriftliche Bestellung mit Nennung  
der **Texte-Nummer** sowie des **Namens**  
und der **Anschrift des Bestellers** an die  
Firma Werbung und Vertrieb.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr  
für die Richtigkeit, die Genauigkeit und  
Vollständigkeit der Angaben sowie für  
die Beachtung privater Rechte Dritter.  
Die in der Studie geäußerten Ansichten  
und Meinungen müssen nicht mit denen des  
Herausgebers übereinstimmen.

Herausgeber: Umweltbundesamt  
Postfach 33 00 22  
14191 Berlin  
Tel.: 030/8903-0  
Telex: 183 756  
Telefax: 030/8903 2285  
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

Redaktion: Fachgebiet II 6.3  
Dr. Hans-Joachim Hummel

Berlin, Dezember 2001

**BERICHTSKENNBLATT**

1. Berichtsnummer UBA-FB 000	2.	3.
4. Titel des Berichtes  Luftreinhaltung  Leitfaden zur Emissionsüberwachung		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n)	8. Abschlussdatum	
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift)  UMEG  Zentrum für Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit Baden-Württemberg  Großoberfeld 3, D-76135 Karlsruhe	9. Veröffentlichungsdatum  10. UFOPLAN – Nr. 297 44 849  11. Seitenzahl 306	
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift)  Umweltbundesamt, Bismarckplatz 1, 14193 Berlin	12. Literaturangaben 86  13. Tabellen und Diagramme 9  14. Abbildungen 31	
15. Zusätzliche Angaben		
16. Kurzfassung  Der Leitfaden zur Emissionsüberwachung deckt den Informationsbedarf über die in Deutschland eingeführte Praxis bei der Emissionsüberwachung an genehmigungsbedürftigen Anlagen. Es werden die gesetzlichen Grundlagen für diskontinuierliche und kontinuierliche Messaufgaben zur Überwachung der Emissionen von genehmigungsbedürftigen Anlagen behandelt. Berücksichtigt wird dabei auch die europäische Umweltgesetzgebung. Das Bekanntgabeverfahren für Prüfinstitute („Messstellen“), die solche Überwachungsaufgaben durchführen, wird erläutert. Die Durchführung von diskontinuierlichen Emissionsmessungen (Ablauf, Messanforderungen) und von kontinuierlichen Emissionsmessungen (Eignungsprüfung, Einbau, Wartung, Funktionsprüfung und Kalibrierung der Messeinrichtungen) einschließlich der Auswertung und Dokumentation der Messwerte wird erläutert. Das Verfahren der Emissionsfernüberwachung wird vorgestellt. Die wichtigsten Messverfahren (kontinuierlich und diskontinuierlich) werden beschrieben. Der Leitfaden beinhaltet eine aktuelle Liste eignungsgeprüfter Messeinrichtungen. Eignungsgeprüfte Messeinrichtungen werden von den Herstellern vorgestellt. Dabei werden Angaben zu der Funktionsweise und zu den Gerätekenndaten (z.B. aus der Eignungsprüfung) gemacht.		
17. Schlagwörter  Emission, Emissionsüberwachung, Emissionsfernüberwachung, Emissionsdatenfernübertragung, Emissionsmessung, Emissionsmesstechnik, Eignungsprüfung, Messstelle, Prüfinstitut, Messeinrichtung, Messgerät, Wartung, Kalibrierung, Funktionsprüfung, Messverfahren		
18. Preis	19.	20.



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>ALLGEMEINES .....</b>	<b>5</b>
1.1	ZWECK DER EMISSIONSÜBERWACHUNG .....	5
1.2	NATIONALE RECHTSGRUNDLAGEN UND MESSVORSCHRIFTEN, VERGLEICH MIT EU-RECHT .....	5
1.3	NORMUNG VON MESSVERFAHREN .....	7
1.4	BEKANNTGABEVERFAHREN VON PRÜFINSTITUTEN .....	9
<b>2</b>	<b>DISKONTINUIERLICHE EMISSIONSÜBERWACHUNG .....</b>	<b>11</b>
2.1	RECHTLICHE GRUNDLAGEN (ANLASS VON DISKONTINUIERLICHEN MESSUNGEN) .....	11
2.2	MESSPLANUNG .....	12
2.3	DURCHFÜHRUNG DER MESSUNGEN.....	13
2.3.1	Auswahl der Messstrecke und der Messebene .....	13
2.3.2	Netzmessungen .....	14
2.3.3	Extraktive isokinetische Probenahme.....	15
2.3.4	Extraktive Probenahme für die Gasmessung .....	16
2.3.5	Ermittlung der Abgasrandbedingungen.....	17
2.4	BESONDERE MESSANFORDERUNGEN FÜR EINZELMESSUNGEN .....	17
2.5	AUSWERTUNG / BERICHTERSTELLUNG / DOKUMENTATION .....	19
<b>3</b>	<b>KONTINUIERLICHE EMISSIONSÜBERWACHUNG .....</b>	<b>20</b>
3.1	RECHTLICHE GRUNDLAGEN.....	20
3.1.1	Genehmigungsbedürftige Anlagen .....	20
3.1.2	Nicht genehmigungsbedürftige Anlagen.....	23
3.2	QUALITÄTSSICHERUNG BEI DER KONTINUIERLICHEN EMISSIONSÜBERWACHUNG.....	24
3.2.1	Eignungsprüfungen .....	24
3.2.2	Einbau, Betrieb und Qualitätssicherung von eignungsgeprüften Messeinrichtungen.....	27
3.2.2.1	Auswahl der Messebene .....	27
3.2.2.2	Einbau der Messeinrichtung .....	27
3.2.2.3	Wartung von Messeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen.....	28
3.2.2.4	Überprüfung der Funktionsfähigkeit von Messeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen.....	29
3.2.2.5	Kalibrierung von Messeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen .....	30
3.2.2.6	Besondere Anforderungen bei der Funktionsprüfung/Kalibrierung .....	32
3.2.2.6.1	Staubgehalts-Messeinrichtungen.....	33
3.2.2.6.2	Rauchdichte-Messgeräte .....	33
3.2.2.6.3	Messeinrichtungen für Schwefeldioxid .....	33
3.2.2.6.4	Messeinrichtungen für Stickstoffoxide .....	33
3.2.2.6.5	Messeinrichtungen für Kohlenmonoxid .....	34
3.2.2.6.6	Messeinrichtungen für organische Verbindungen.....	34
3.2.2.6.7	Messeinrichtungen für anorganische gasförmige Fluorverbindungen .....	34
3.2.2.6.8	Messeinrichtungen für gasförmige anorganische Chlorverbindungen.....	34
3.2.2.6.9	Messeinrichtungen für Schwefelwasserstoff.....	34
3.2.2.6.10	Messeinrichtungen für Ammoniak .....	35
3.2.2.6.11	Messeinrichtungen für Quecksilber .....	35
3.2.2.6.12	Messeinrichtungen für Bezugsgrößen (Volumenstrom, Feuchte, Sauerstoff, Temperatur)....	35
3.3	AUSWERTUNG UND DOKUMENTATION DER MESSWERTE, WEITERGABE AN DIE BEHÖRDE/ EMISSIONSFERNÜBERWACHUNG .....	36

<b>4 MESSVERFAHREN .....</b>	<b>40</b>
4.1 KONTINUIERLICHE MESSUNG LUFTFREMDER STOFFE (STATIONÄR/MOBIL) .....	40
4.1.1 Messung partikelförmiger Emissionen .....	40
4.1.1.1 Photometrische Staubmessung in-situ (Messen der optischen Transmission) .....	40
4.1.1.2 Streulicht-Messung .....	42
4.1.1.3 Messung durch $\beta$ -Strahlen Absorption .....	44
4.1.1.4 Staubmessung mit triboelektrischen Sensoren .....	44
4.1.2 Messung gasförmiger Stoffe .....	45
4.1.2.1 Photometrie mit extraktiver Probenahme .....	45
4.1.2.2 Photometrie in-situ .....	48
4.1.2.3 FTIR-Spektroskopie .....	49
4.1.2.4 Chemolumineszenz-Verfahren .....	50
4.1.2.5 Flammenionisations-Messung .....	51
4.1.2.6 Weniger gebräuchliche Messverfahren .....	52
4.2 DISKONTINUIERLICHE MESSUNGEN .....	53
4.2.1 Manuelle Messung der Staubbeladung und Bestimmung der Staubinhaltsstoffe (Halbmetalle und Metalle) .....	53
4.2.2 Bestimmung der Massenkonzentration von polychlorierten Dibenzodioxinen und polychlorierten Dibenzofuranen PCDD/PCDF .....	56
4.2.3 Manuelle Verfahren zur Bestimmung anorganischer Verbindungen .....	57
4.2.4 Bestimmung organischer Einzelkomponenten .....	59
4.2.5 Olfaktometrische Ermittlung der Geruchsemissionen .....	60
4.3 MESSUNG VON BEZUGSGRÖßen .....	61
4.3.1 Sauerstoffmessung (paramagnetischer Effekt) .....	61
4.3.2 Sauerstoffmessung (Zirkondioxid-Sonde) .....	62
4.3.3 Bestimmung der Abgasfeuchte .....	63
4.3.4 Strömungsgeschwindigkeit/Abgasvolumenstrom .....	64
4.3.5 Temperaturmessung .....	66
4.4 LANGZEITPROBENAHLME FÜR PCDD/F .....	67
<b>5 GLOSSAR .....</b>	<b>69</b>
<b>6 LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>71</b>
<b>7 ANHANG 1: RECHTS- UND VERWALTUNGSVORSCHRIFTEN/AUSZÜGE AUS ZITIERTEN QUELLEN .....</b>	<b>77</b>
7.1 AUSZUG AUS DEM BUNDES-IMMISSIONSSCHUTZGESETZ .....	77
7.2 AUSZUG AUS DER TA LUFT .....	81
7.3 AUSZUG AUS DER GROßFEUERUNGSANLAGENVERORDNUNG (13.BIMSchV) .....	93
7.4 AUSZUG AUS DER ABFALLVERBRENNUNGSANLAGEN-VERORDNUNG (17.BIMSchV) .....	97
7.5 AUSZUG AUS DER TITANDIOXID-VERORDNUNG (25. BIMSchV) .....	102
7.6 AUSZUG AUS DER VERORDNUNG ÜBER ANLAGEN ZUR FEUERBESTATTUNG (27.BIMSchV) .....	103
7.7 BUNDESEINHEITLICHE PRAXIS BEI DER ÜBERWACHUNG DER EMISSIONEN – TEIL 1 .....	105
7.8 BUNDESEINHEITLICHE PRAXIS BEI DER ÜBERWACHUNG DER EMISSIONEN – TEIL 2 .....	129
7.9 MUSTER EINES BUNDESEINHEITLICHEN MESSBERICHTES FÜR DIE ERMITTlung VON EMISSIONEN NACH §§ 26, 28 BUNDES-IMMISSIONSSCHUTZGESETZ .....	139

7.10	MUSTERBERICHT ÜBER DIE DURCHFÜHRUNG VON FUNKTIONSPRÜFUNGEN/KALIBRIERUNGEN KONTINUIERLICH ARBEITENDER MESSEINRICHTUNGEN NACH §§ 26, 28 DER 13. BIMSchV, Nr. 3.2 TA LUFT SOWIE § 10 DER 17. BIMSchV .....	149
<b>8</b>	<b>ANHANG 2: LISTE DER BEKANNTGEGEBENEN EIGNUNGSGEPRÜFTEN EMISSIONSMESSEINRICHTUNGEN UND AUSWERTESYSTEME .....</b>	<b>165</b>
<b>9</b>	<b>ANHANG 3: GERÄTEPRÄSENTATIONEN DER GERÄTEHERSTELLER .....</b>	<b>183</b>

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abb. 1:</b>	Ablaufdiagramm der Verfahren „Notifizierung/Akkreditierung“ .....	10
<b>Abb. 2.1:</b>	Beispiel für eine Messbühne an einem senkrechten Abgaskamin mit zwei Messachsen und vier Messöffnungen für die Durchführung traversierender Messungen (mehrere Messverfahren gleichzeitig möglich) .....	14
<b>Abb. 2.2:</b>	Lage der Messpunkte im rechteckigen und runden Kanalquerschnitt nach VDI 2066, Bl.1.....	15
<b>Abb. 2.3:</b>	Einfluss von Absaugfehlern (nicht isokinetische Probenahme) auf die Probenahme .....	16
<b>Abb. 3.1:</b>	Qualitätssicherung bei der kontinuierlichen Emissionsüberwachung .....	24
<b>Abb. 3.2:</b>	Tagesausdruck der Klassierung an einer Anlage nach TA Luft .....	38
<b>Abb. 3.3:</b>	EFÜ-System mit Anbindung an die Behörde .....	39
<b>Abb. 4.1:</b>	Photometrische Staubmessung in-situ (schematisch).....	42
<b>Abb. 4.2:</b>	Streulicht-Messung, extraktives Verfahren (schematisch).....	43
<b>Abb. 4.3:</b>	In-situ-Streulichtmessung (schematisch) .....	43
<b>Abb. 4.4:</b>	Staubmessung durch $\beta$ -Strahlenabsorption (schematisch).....	44
<b>Abb. 4.5:</b>	Einfachste Messanordnung für ein Absorptionsphotometer (schematisch) .....	46
<b>Abb. 4.6:</b>	NDIR-Photometer (schematisch).....	46
<b>Abb. 4.7:</b>	Gasfilter-Korrelationsverfahren (schematisch) .....	46
<b>Abb. 4.8:</b>	Verschiedene in-situ-Photometeranordnungen .....	48
<b>Abb. 4.9:</b>	FTIR-Spektrometer mit Michelson-Interferometeranordnung (schematisch).....	49
<b>Abb. 4.10:</b>	Chemolumineszenz-Messanordnung (schematisch) .....	50
<b>Abb. 4.11:</b>	Flammenionisationsdetektor/FID (schematisch) .....	51
<b>Abb. 4.12:</b>	Beispiel einer Staubprobenahmeeinrichtung mit Planfilterkopfgerät (in-stack) und Absorptionssystem für filtergängige Staubinhaltsstoffe.....	55
<b>Abb. 4.13:</b>	PCDD/PCDF-Probenahme nach der Filter/Kühler-Methode (schematisch) .....	56
<b>Abb. 4.14:</b>	PCDD/PCDF-Probenahme nach der Verdünnungsmethode (schematisch) .....	56
<b>Abb. 4.15:</b>	PCDD/PCDF-Probenahme nach der Gekühltes-Absaugrohr-Methode (schematisch) .....	56
<b>Abb. 4.16:</b>	Einrichtung für die Probenahme (anorganischer) gasförmiger Stoffe durch Absorption.....	57
<b>Abb. 4.17:</b>	Zeitintegrierende Probenahme mit Gassammelgefäß (schematisch) .....	58
<b>Abb. 4.18:</b>	Sauerstoffmessung über den paramagnetischen Wechseldruck, System „Siemens“ (schematisch).....	61
<b>Abb. 4.19:</b>	Sauerstoffmessung über eine magnetische Drehwaage, System „Maihak“ (schematisch) .....	62
<b>Abb. 4.20:</b>	Sauerstoffmessung mit einer Zirkonsonde (schematisch) .....	62
<b>Abb. 4.21:</b>	Strömungsgeschwindigkeitsmessung mit dem Prandtl-Rohr (schematisch).....	64
<b>Abb. 4.22:</b>	Strömungswaage .....	65
<b>Abb. 4.23:</b>	Strömungsmessung mittels Ultraschall.....	65
<b>Abb. 4.24:</b>	Schematischer Aufbau eines Absaugepyrometers mit nachgeschalteter Sauerstoff-Messung ...	67

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b>	Gegenüberstellung der rechtlichen Regelungen .....	6
<b>Tabelle 2:</b>	Gegenüberstellung aktueller Normen und Richtlinien zur Emissionsüberwachung .....	8
<b>Tabelle 3:</b>	Übersicht der zeitlichen Anforderungen an behördlich angeordnete diskontinuierliche Emissionsmessungen .....	12
<b>Tabelle 4.1</b>	Absorptionslösungen zur Anreicherung von Messobjekten .....	57
<b>Tabelle 7.1:</b>	Messobjekte für die nach TA Luft eine kontinuierliche Messung gefordert wird.....	81
<b>Tabelle 7.2:</b>	Messobjekte für die nach 13. BImSchV eine kontinuierliche Messung gefordert wird.....	93
<b>Tabelle 7.3:</b>	Messobjekte für die nach 17.BImSchV eine kontinuierliche Messung gefordert wird.....	97
<b>Tabelle 7.4:</b>	Messobjekte für die nach 25. BImSchV eine kontinuierliche Messung gefordert wird.....	102
<b>Tabelle 7.5:</b>	Messobjekte für die nach 27. BImSchV eine kontinuierliche Messung gefordert wird.....	103

# 1 Allgemeines

## 1.1 Zweck der Emissionsüberwachung

In Deutschland werden besonders in den Umweltbereichen Luft, Lärm und Wasser routinemäßige Messungen durchgeführt, die sicherstellen sollen, dass die Qualität der Medien kontrolliert wird und Maßnahmen zur Sicherung und Verbesserung der Qualität beurteilt werden können.

Die Rechtsgrundlage für Messungen, die die Luftqualitätsüberwachung zum Ziel haben, ist das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG [1]); es enthält Anforderungen an den Betrieb und die Errichtung von Anlagen, von denen potentiell eine schädliche Umwelteinwirkung ausgehen kann. Rechtsverordnungen und Verwaltungsvorschriften konkretisieren diese Anforderungen.

Um die Einhaltung der gestellten Anforderungen überwachen zu können, werden im BImSchG den Behörden Möglichkeiten gegeben, in regelmäßigen Abständen die Emissionen durch diskontinuierliche Messungen oder, bei großen Massenströmen, durch kontinuierliche Messungen bestimmen zu lassen.

Im vorliegenden Leitfaden werden diejenigen Messaufgaben beschrieben, die sich aus den gesetzlichen Vorgaben für genehmigungsbedürftige Anlagen ergeben. In zunehmendem Maße werden Anforderungen zur Anlagenüberwachung, die sich aus Regelungen der Europäischen Gemeinschaften ergeben, für den nationalen Vollzug wichtiger; auch auf diese wird eingegangen. Forderungen, die aus UN-ECE Protokollen (Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen), die in nationales Recht umzusetzen sind, abzuleiten sind, werden in Deutschland in Hinblick auf die Anlagenüberwachung erfüllt.

Die Messungen selbst und die Kalibrierung der kontinuierlichen Messeinrichtungen werden von unabhängigen bekannt gegebenen Messinstituten durchgeführt. Im Rahmen der Erleichterungen für auditierte Standorte, d.h., dass für Betreiber von Anlagen, die sich freiwillig dieser Umweltmanagement und -betriebsprüfung unterzogen haben, wird zukünftig von diesem Grundsatz abgewichen werden: Derartige Anlagen werden große Teile der jetzigen Überwachung selbst durchführen.

## 1.2 Nationale Rechtsgrundlagen und Messvorschriften, Vergleich mit EU-Recht

Die Emissionsüberwachung gehört zum Maßnahmenkatalog des Bundes-Immissionsschutzgesetzes [1]. § 7 BImSchG ermächtigt für genehmigungsbedürftige Anlagen und § 23 BImSchG für nicht genehmigungsbedürftige Anlagen die Bundesregierung durch Rechtsverordnung vorzuschreiben, dass der Betrieb und die betriebseigene Überwachung solcher Anlagen bestimmten Anforderungen genügen müssen, insbesondere dass u.a. „die Betreiber von Anlagen Messungen von Emissionen und Immisionen nach in der Rechtsverordnung näher zu bestimmenden Verfahren vorzunehmen haben oder vornehmen lassen müssen“.

Diese Rechtsverordnungen regeln den Bereich der genehmigungsbedürftigen Anlagen, mit

- der ersten allg. Verwaltungsvorschrift zum BImSchG (TA Luft) [2],
- der dreizehnten Bundes-Immissionsschutzverordnung (13. BImSchV) [7],
- der siebzehnten Bundes-Immissionsschutzverordnung (17. BImSchV) [8]

und den Bereich der nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen mit

- der ersten Bundes-Immissionsschutzverordnung (1. BImSchV) [3],
- der zweiten Bundes-Immissionsschutzverordnung (2. BImSchV) [4],
- der fünfundzwanzigsten Bundes-Immissionsschutzverordnung (25. BImSchV) [9],
- der siebenundzwanzigsten Bundes-Immissionsschutzverordnung (27. BImSchV) [10].

Messverfahren und Regelungen zur 1. und 2. BImSchV sind Gegenstand eines weiteren Leitfadens, der als UBA-Text [79] veröffentlicht wurde. Sie werden deshalb hier nicht weiter behandelt.

Auf europäischer Ebene regelt die Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verringerung der Umweltverschmutzung (IVU-Richtlinie) [12] die rechtlichen Voraussetzungen für die Anordnung von Emissionsmessungen. Gefordert wird in Art. 9, Abs. 5, dass die Genehmigung „angemessene Anforderungen für die Überwachung der Emissionen, in denen die Messmethodik, Messhäufigkeit und das Bewertungsverfahren festgelegt sind“, enthält. Die Festlegung dieser Anforderungen bleibt vorrangig in nationaler Verantwortung, außer wenn infolge des europäischen Informationsaustausches ein entsprechender Handlungsbedarf festgestellt wird.

Europaweit gültige Anforderungen zur Emissionsüberwachung existieren zur Zeit

- für Großfeuerungsanlagen 88/609 EWG [13]
- für neue Anlagen zur Verbrennung von Siedlungsmüll 89/369 EWG [14]
- für bestehende Anlagen zur Verbrennung von Siedlungsmüll 89/429 EWG [15]
- für die Verbrennung gefährlicher Abfälle (Hazardous waste Richtlinie) 94/67/EG [16]
- für bestimmte Tätigkeiten und Anlagen bei Verwendung organischer Lösungsmittel (VOC-Richtlinie) 1999/13/EG [17].

Europäische Richtlinien sind unter Einhaltung festgesetzter Fristen in nationales Recht umzusetzen. Zum Teil decken die existierenden nationalen Rechtsverordnungen die europäischen Anforderungen bereits ab. Andernfalls kann mit der Überarbeitung/Novellierung von Rechtsverordnungen (wie z.B. der Neufassung der 17. BImSchV vom Februar 1999) eine entsprechende europäische Richtlinie in nationales Recht umgesetzt werden.

**Tabelle 1:** Gegenüberstellung der rechtlichen Regelungen

Regelung	Nationales Recht	EU-Recht
Genehmigungsverfahren/ Forderung von Messungen	BImSchG §§ 7, 26, 28, 29	IVU-Richtlinie, Artikel 9 (früher: 84/360 EWG)
Genehmigungsbedürftige Anlagen	4. BImSchV	IVU-Richtlinie, Anhang I
Messobjekte	TA Luft	IVU-Richtlinie, Anhang III
<u>Spezielle Messanforderungen:</u>		
Kleinfreuerungsanlagen	1. BImSchV	
Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe	2. BImSchV/TA Luft	1999/13/EG
Großfeuerungsanlagen	13. BImSchV	88/609 EWG
Verbrennungsanlagen für Siedlungsmüll	17. BImSchV	89/369 EWG (neue) 89/429 EWG (bestehende)
Verbrennung gefährlicher Abfälle	17. BImSchV	94/67/EG
Titandioxid-Industrie	25. BImSchV	
Anlagen für die Feuerbestattung	27. BImSchV	

### 1.3 Normung von Messverfahren

Verschiedene Messverfahren zur Ermittlung eines Messobjektes liefern nicht immer vergleichbare Messergebnisse. Genaugenommen wird das Messobjekt mit der Auswahl eines Messverfahrens erst entgültig festgelegt. Um Messergebnisse, die an verschiedenen Anlagen von verschiedenen Messinstituten ermittelt wurden, vergleichbar zu machen, ist es deshalb unverzichtbar, Mess- und Analyseverfahren zu normieren. Die im DIN bzw. VDI-Richtlinienwerk normierten Mess- und Analyseverfahren wurden vor ihrer Veröffentlichung in einem aufwendigen Verfahren geprüft. Bei diesem Verfahren werden unter anderem die statistischen Kenngrößen und die möglichen Einsatzbereiche bzw. Einschränkungen für den Einsatz der Messverfahren ermittelt. Normierte Messverfahren stellen somit ein leistungsfähiges Werkzeug zur Ermittlung der Emissionen dar.

#### Nationale Normen [\[Zitat KRdL\]](#)

„In der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN -Normenausschuss- erarbeiten Fachleute aus Wissenschaft, Industrie und Verwaltung in freiwilliger Selbstverantwortung VDI-Richtlinien und DIN-Normen zum Umweltschutz. Diese beschreiben den Stand der Technik bzw. den Stand der Wissenschaft in der Bundesrepublik Deutschland und dienen als Entscheidungshilfen bei der Erarbeitung und Anwendung von Rechts- und Verwaltungsvorschriften. Die Arbeitsergebnisse der KRdL können ferner als gemeinsamer deutscher Standpunkt in die europäische technische Regelsetzung bei CEN (Europäisches Komitee für Normung) und in die internationale technische Regelsetzung bei ISO (Internationale Organisation für Normung) einfließen.“

VDI-Richtlinien (zusammengefasst im VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft) decken derzeit ein breites Spektrum möglicher Messaufgaben ab. DIN-Normen existieren für einige ausgewählte Messverfahren.

**Europäische Normen** zur Luftbeschaffenheit werden im europäischen Komitee für Normung (CEN) im TC 264 (TC=Technisches Komitee) erarbeitet und in Deutschland als DIN EN Norm veröffentlicht. Werden für eine Messaufgabe DIN oder DIN EN Normen veröffentlicht, sind nationale Normen gleichen Inhalts bereits veröffentlichten VDI-Richtlinien vorzuziehen. Verabschiedete DIN EN Normen existieren derzeit für die manuelle Ermittlung der Emissionen an PCDD/PCDF [\[43\]](#) und HCl [\[60\]](#) und für die kontinuierliche Ermittlung der Gesamtkohlenstoffemissionen mittels FID [\[70\]](#). Für einige Messverfahren wurden DIN EN Normen im Entwurfsstadium veröffentlicht. Mit dem Ausbau des EU-Umweltrechtes, insbesondere bei der EU-weiten Festlegung von Emissionsgrenzwerten wird erwartet, dass Messverfahren zur Bestimmung dieser Emissionen zukünftig europaweit einheitlich geregelt werden.

**Internationale Normen** werden von der ISO (International Organization for Standardization) im ISO/TC 146 erarbeitet. ISO Normen haben in Deutschland nach ihrer Veröffentlichung keinen bindenden Charakter. In einem vereinfachten Verfahren können ISO Normen in DIN ISO Normen überführt werden.

Tabelle 2 gibt einen Überblick der bisher in der endgültigen Fassung und als Entwurf veröffentlichten Normen und Richtlinien für das Gebiet der Emissionsmesstechnik. Aufgeführt sind neben den veröffentlichten Schriften auch Angaben, ob es sich um kontinuierliche oder diskontinuierliche Messverfahren handelt.

Es bedeuten:

E:	Entwurf
VE:	Vorentwurf
I.V.:	In Vorbereitung
WG:	Arbeitsgemeinschaft (Workgroup)
DIS:	Draft international standard
FDIS:	Final draft international standard

**Tabelle 2:** Gegenüberstellung aktueller Normen und Richtlinien zur Emissionsüberwachung.  
Stand: Januar 2001

Messobjekt/Thema	kont.	dis-kont.	VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft	DIN	DIN/EN TC 264	ISO TC 146
Allgemein/Randbedingungen						
Planung von stichprobenartigen Emissionsmessungen		X	2448 Bl. 1			
Auswertung von stichprobenartigen Emissionsmessungen		X	2448 Bl. 2			
Durchführung von Emissionsmessungen		X	4200 (E) 4285 Bl. 1 (VE)			
Emissionsbestimmung bei diffusen Quellen		X	3950, Bl. 1			
Kalibrierung aut. Messeinrichtungen	X		3950, Bl. 2 (E)		I.V. (WG 9)	CD 12039.2
Kalibrierung aut. Messeinr. (Berichte)	X					
Probenahme (allg.)	X		4219 (E)			10396
Ermittlung der Unsicherheiten von Emissionsmessungen			4220			
Anforderungen an Prüfstellen			2066 Bl. 1			
Volumenstrom	X					10780 14164 (DIS)
<b>Staub</b>						
Staub (allgemein)		X	2066 Bl. 1			9096
Staub		X	2066 Bl. 3			10155
Staub (niedrige Konzentrationen)	X	X	2066 Bl. 4 u. 6		13284-1 (E)	
	X	X	2066 Bl. 7		13284-2 (i.V.)	
Staub (höhere Konzentrationen)	X	X	2066 Bl. 9 (VE)			
Fraktionierende Staubmessung		X	2066 Bl. 2			
Rußzahl		X	2066 Bl. 5 (E)			
		X	2066 Bl. 8 (E)			
<b>Staubhaltsstoffe</b>						
Schwermetalle (Probenahme)		X	3868 Bl. 1		I.V. (WG 10)	
Schwermetalle (Analytik)		X	2268 Bl. 1, 2, 3 u. 4			
Quecksilber		X	3868 Bl. 2 (E)	51865-1/-2/-3 (E)	13211 (E)	
		X	3868 Bl. 3 (VE)			
Asbest	X	X	3861 Bl. 1 u. 2			10397
<b>anorg. Schwefelverbindungen</b>						
Schwefeldioxid		X	2462 Bl. 1, 2, 3 u. 8	7934		7934 11632 (FDIS) 7935 (DIS)
	X		2462 Bl. 4, 5 u. 6			
Schwefeltrioxid	X	X	2462 Bl. 7			
Schwefelwasserstoff	X	X	3486 Bl. 1 u. 2			
	X	X	3486 Bl. 3			
Schwefelkohlenstoff		X	3487 Bl. 1			
<b>anorg. Stickstoffverbindungen</b>						
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid	X	X	2456 Bl. 1, 2, 8 u. 10	33962		11564 (DIS) 10849
	X		2456 Bl. 6			
Stickstoffmonoxid	X		2456 Bl. 5, 7 u. 9			
Stickstoffdioxid	X		2456 Bl. 4			
Distickstoffoxid	X	X	2469 Bl. 1 (VE)			
	X	X	2469 Bl. 2 (VE)			
Basische Stickstoffverbindungen		X	3496 Bl. 1			
<b>Kohlenmonoxid</b>	X					
	X		2459 Bl. 6			
	X		2459 Bl. 1 u. 7			
<b>anorg. Chlorverbindungen</b>						
Chlorwasserstoff	X	X	3480 Bl. 1		1911-1, -2 u. -3	
	X	X	3480 Bl. 2 u. 3			
Chlor		X	3488 Bl. 1 u. 2			
<b>anorg. Fluorverbindungen</b>						
Fluorwasserstoff		X	2470 Bl. 1			

**Tabelle 2:** Gegenüberstellung aktueller Normen und Richtlinien zur Emissionsüberwachung.  
Stand: Januar 2001 (Fortsetzung)

Messobjekt/Thema	kont.	dis-kont.	VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft	DIN	DIN/EN TC 264	ISO TC 146
organische Komponenten						
Kohlenwasserstoffe (allgemein)		X	3481 Bl. 6		I.V. (WG 4)	
Kohlenwasserstoffe			3481 Bl. 2			
			3481 Bl. 5 (VE)			
Kohlenwasserstoffe (FID)	X		3481 Bl. 1 u. 3		12619	
	X				13526 (E)	
Kohlenwasserstoffe (IR)	X		2460 Bl. 1, 2 u. 3			
GC-Bestimmung organischer Verbindungen		X	2457 Bl. 1, 2, 3, 4 (E), 5 (E), 6 u. 7		13649 (E)	
			3481 Bl. 4 (VE)			
Aliphatische Aldehyde C <sub>1</sub> bis C <sub>3</sub>		X	3862 Bl. 1, 2 (E), 3 (E), 4 (E)			
Acrylnitril		X	3863 Bl. 1, 2 u. 3			
1,3 Butadien		X	3953 Bl. 1 (E)			
PCDD/PCDF		X	3499 Bl. 1 (E), 2 (E), 3 (E), 4 (VE) u- 5 (VE)		1948-1, -2 u. -3	
PAH (allgemein)		X	3873 Bl. 1			
PAH (aus KFZ)		X	3872 Bl. 1 u. 2			
PAH (Nitro-PAH)		X	3872 Bl. 3 (VE)			
PAH (in der Kohlenstoffindustrie)		X	3874 Bl. 1 (VE)			
Vinylchlorid		X	3493 Bl. 1			
Gerüche/Olfaktometrie		X	3881 Bl. 1, 2, 3 u. 4 (E)		13725 (E)	
		X	3882 Bl. 1 u. 2			

## 1.4 Bekanntgabeverfahren von Prüfinstituten

Prüfinstitute (Messstellen), die behördlich angeordnete Ermittlungen im Sinne des § 26 BImSchG durchführen wollen, müssen für die Durchführung dieser Arbeiten von der nach Landesrecht zuständigen Behörde bekanntgegeben sein.

### Tätigkeiten, die eine Bekanntgabe der durchführenden Messstelle erfordern sind:

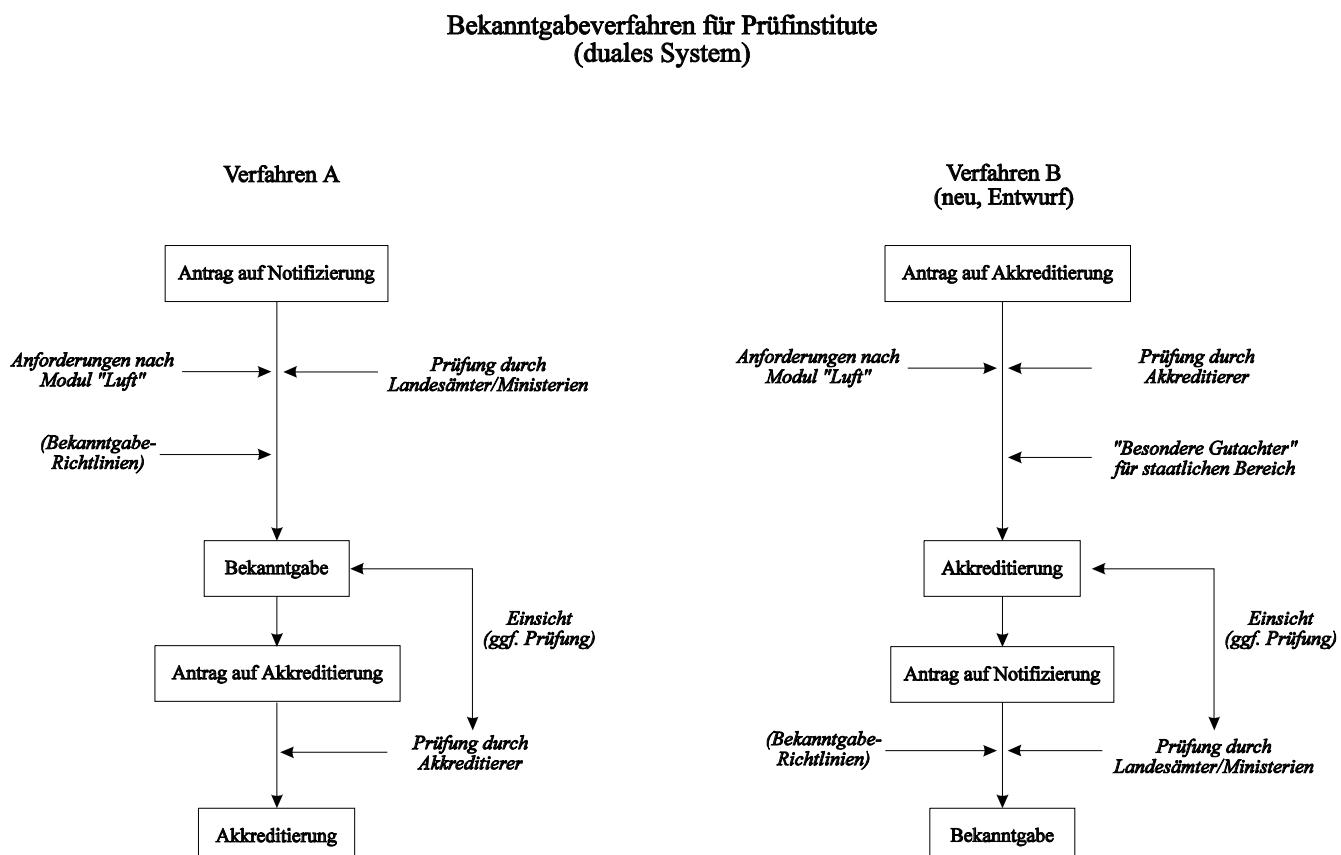
- Einzelmessungen nach BImSchG § 26, § 28,  
TA Luft, Nr. 3.2.2.1,  
13. BImSchV § 22,  
17. BImSchV § 13,  
27. BImSchV § 9.
- Bescheinigung über den ordnungsgemäßen Einbau von  
Messeinrichtungen für kontinuierliche Messungen nach TA Luft, Nr. 3.2.3.5,  
13. BImSchV § 26,  
17. BImSchV § 10,  
27. BImSchV § 7.
- Kalibrierung und Funktionsprüfung von Messein-  
richtungen für kontinuierliche Messungen nach TA Luft, Nr. 3.2.3.7,  
13. BImSchV § 28,  
17. BImSchV § 10,  
27. BImSchV § 7.

Voraussetzung für die Bekanntgabe ist die Erfüllung von bestimmten Anforderungen bezüglich Fachkunde, Zuverlässigkeit sowie personeller und gerätetechnischer Ausstattung.

Bisher wurden diese Anforderungen durch die Landesämter bzw. Ministerien geprüft. Die Prüfung erfolgte nach den Richtlinien des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) [23]. Die Bekanntgabe erfolgte nach positiver Prüfung in den jeweiligen Ministerialblättern der Bundesländer.

In Zukunft soll es zwei Verfahren, die zur Bekanntgabe von Messstellen für Prüftätigkeiten i.S.d. § 26 BImSchG führen, geben (duales System) [80]:

- Verfahren A mit Anforderungskriterien nach spezifischen „Modulen“ (werden vom LAI erarbeitet und liegen derzeit als Entwurf vor). Die Notifizierung wird bei der Akkreditierung anerkannt bzw. genutzt.
- Ein neues Verfahren B, das auf die Akkreditierung der Messstelle aufbaut. Bei der Akkreditierung müssen die Anforderungen nach DIN EN 45001<sup>1)</sup> erfüllt werden. In die Akkreditierung werden die Anforderungskriterien nach spezifischen „Modulen“ mit einbezogen. Der staatliche Einfluss ist durch die Möglichkeit, „besondere Gutachter“ im Akkreditierungsprozess einzusetzen, gewährleistet. Die Notifizierung (also der formale Verwaltungsakt, bisher: Bekanntgabe) baut auf die Akkreditierung auf und bleibt nach wie vor den Ländern vorbehalten. Die Akkreditierung wird für die Notifizierung anerkannt und genutzt.



**Abb. 1:** Ablaufdiagramm der Verfahren „Notifizierung/Akkreditierung“

Die Bundesländer sollen die Notifizierung untereinander anerkennen. Die bisher übliche Praxis der Zweitbekanntgabe (Messstellen müssen in allen Bundesländern, in denen sie Tätig werden wollen, bekanntgegeben sein) entfällt damit.

Informationen zu bekanntgegebenen Instituten mit Umfang der Bekanntgabe und evtl. Einschränkungen sind im Internet unter <http://www.brandenburg.de/land/mlur/i/resymesa/resymesa.htm> abrufbar.

Für den nicht geregelten Bereich werden die Anforderungen an Emissions- bzw. Immissions-Prüfstellen in der Richtlinie VDI 4220 [29] konkretisiert.

1) DIN EN 45001 [Mai 1990] „Allgemeine Kriterien zum Betreiben von Prüflaboratorien“ wird bis 2002 ersetzt durch DIN EN ISO/IEC 17025 [April 2000] „Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien“

## 2 Diskontinuierliche Emissionsüberwachung

### 2.1 Rechtliche Grundlagen (Anlass von diskontinuierlichen Messungen)

Diskontinuierliche Emissionsmessungen dienen zur zeitlich begrenzten stichprobenartigen Feststellung des Emissionsverhaltens einer Anlage. Vorteil gegenüber der kontinuierlichen Emissionsüberwachung ist der geringere messtechnische Aufwand. Einige Messobjekte können derzeit nicht oder nur mit sehr hohem Aufwand kontinuierlich (automatisiert) gemessen werden.

Um aus der zeitlich begrenzten Beobachtung Rückschlüsse auf das kontinuierliche Emissionsverhalten einer Anlage ziehen zu können, müssen die Messungen so durchgeführt werden, dass die Messergebnisse ein repräsentatives Bild über das Emissionsverhalten wiederspiegeln. Hier kommt der Messplanung eine besondere Bedeutung zu.

Mögliche Anlässe für die Durchführung von diskontinuierlichen Emissionsmessungen sind vielfältig. Neben behördlich angeordneten Messungen werden von Anlagenbetreibern z.B. Messungen zur Eigenüberwachung und zur Anlagenoptimierung in Auftrag gegeben.

Anlass von diskontinuierlichen Emissionsmessungen (Auswahl nach VDI 2448, Bl. 1 [30]):

- a) Abnahmemessung (Garantienachweis)
- b) Messung zur Überprüfung der Einhaltung der Emissionsbegrenzung
- c) Kontrollmessung nach Ablauf einer festgelegten Frist zur Feststellung des Anlagenzustandes
- d) Messungen, z.B. im Fall von Beschwerden
- e) Messungen zur Einleitung eines Genehmigungsverfahrens (z.B. für Erweiterung, Umbau, Umstellung usw.)
- f) Messungen im Rahmen der Eigenüberwachung
- g) Messungen für die Emissionserklärung
- h) Messungen bei Betriebsstörungen
- i) Messungen im Rahmen sicherheitstechnischer Überprüfungen
- j) Messungen zur Kalibrierung kontinuierlicher Emissionsmesseinrichtungen
- k) Messungen zur Funktionsprüfung kontinuierlicher Emissionsmesseinrichtungen
- l) Messungen zur Ursachenanalyse eines bestimmten Emissionsverhaltens (z.B. Ermittlung der Ursachen für die Nichteinhaltung der Garantiewerte/Emissionsbegrenzungen von Abgasreinigungsanlagen)
- m) Messungen zur Prognose des Emissionsverhaltens bei bestimmten Betriebszuständen, z.B. nach Verfahrensumstellungen, bei Betriebsstörungen oder bei Kapazitätserweiterung

Behördlich angeordnete Emissionsmessungen werden durch § 26 BImSchG [1] „Messungen aus besonderem Anlass“ an genehmigungsbedürftigen Anlagen und unter bestimmten Voraussetzungen auch an nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen sowie durch § 28 „Erstmalige und wiederkehrende Messungen bei genehmigungsbedürftigen Anlagen“ gestützt.

In der ersten allg. Verwaltungsvorschrift zum BImSchG (TA Luft) [2] und in den Rechtsverordnungen zur Durchführung des BImSchG [7; 8; 10] werden diese Messanforderungen präzisiert.

**Tabelle 3:** Übersicht der zeitlichen Anforderungen an behördlich angeordnete diskontinuierliche Emissionsmessungen

	erstmalige Messungen	wiederkehrende Messungen
BImSchG, § 28	nach der Inbetriebnahme oder einer wesentlichen Änderung der Anlage	nach Ablauf eines Zeitraumes von jeweils drei Jahren
TA Luft, Nr. 3.2.2	nach Errichtung oder einer wesentlichen Änderung der Anlage <sup>1</sup>	
13. BImSchV, § 22		
17. BImSchV, § 13	nach Errichtung oder einer wesentlichen Änderung der Anlage <sup>2</sup>	im ersten Jahr alle zwei Monate, dann jeweils jährlich mindestens an drei Tagen
27. BImSchV, § 9	für Neuanlagen drei bis sechs Monate nach der Inbetriebnahme	nach Ablauf eines Zeitraumes von jeweils drei Jahren

1): nach Erreichen des ungestörten Betriebes, jedoch frühestens nach dreimonatigem Betrieb und spätestens zwölf Monate nach Inbetriebnahme

2): nach Erreichen des ungestörten Betriebes, jedoch frühestens nach dreimonatigem Betrieb und spätestens sechs Monate nach Inbetriebnahme

Behördlich angeordnete Messungen werden nur dann anerkannt, wenn sie von Messinstituten durchgeführt werden, die für die durchzuführende Messaufgabe bekanntgegeben sind (siehe unter 1.4).

## 2.2 Messplanung

Vor der Durchführung einer Messung muss ein Messplan erstellt werden. Er enthält die Formulierung der Messaufgabe und die Strategie, die gewählt wird, um die nach der Messaufgabe geforderten Informationen zu erhalten. Umfang und weitergehende Anforderungen an die Messplanung sind in der Richtlinie VDI 2448, Blatt 1 „Planung von stichprobenartigen Emissionsmessungen an geführten Quellen“ [30] festgelegt.

Im Messplan sollten folgende Fragestellungen abgehandelt werden:

- Wo** werden die Messungen durchgeführt ?
- Was** muss dazu gemessen werden ?
- Wie** genau werden die Ergebnisse benötigt ?
- Womit** werden die Ergebnisse ermittelt ?
- Wer** wird die Messungen durchführen ?
- Wann** sollen die Messungen stattfinden ?

In der Messplanung wird außerdem anlagenbezogenes Vorwissen zusammengetragen. Eine Beurteilung der möglichen Betriebszustände der zu untersuchenden Anlage ist für die Festlegung einer ausreichenden Messhäufigkeit bzw. Messdauer von großer Bedeutung. Durch die richtige Auswahl von Messhäufigkeit und Messdauer kann der für die Erfüllung der Messaufgabe erforderliche Aufwand gering gehalten werden.

Die Dauer einer Einzelmessung soll generell eine halbe Stunde nicht überschreiten. Analog sind die Messergebnisse in der Regel als Halbstundenmittelwerte anzugeben (Ausnahmen siehe unter 2.4).

Der Messplan wird zwischen dem Anlagenbetreiber und der durchführenden Messstelle abgestimmt. Im Fall von behördlich angeordneten Messungen muss in die Messplanabstimmung auch die zuständige Behörde einbezogen werden.

Der Messplan regelt das Verhältnis Betreiber-Messstelle-Behörde für eine Emissionsmessung und kann die Funktion eines Pflichtenheftes erfüllen, da er die vom Messinstitut im Rahmen des Messauftrages zu erbringenden Leistungen enthält.

## 2.3 Durchführung der Messungen

### 2.3.1 Auswahl der Messstrecke und der Messebene

Für die Durchführung von Emissionsmessungen und die Qualität der dabei erzeugten Messwerte ist eine sorgfältige Auswahl der Messstrecke und der Messebene in der Messstrecke von großer Bedeutung. Die Probenahmestelle für die Messeinrichtungen im Messquerschnitt muss so gewählt werden, dass eine repräsentative Messung zur Bewertung des Emissionsverhaltens der Anlage gegeben ist [18; 30]. Deshalb sollte bei Neuanlagen schon in der Planungsphase ein Fachinstitut für die Festlegung der Messstrecken und Messebenen für die kontinuierliche Emissionsüberwachung und für Einzelmessungen hinzugezogen werden.

Die Verteilung von Abgasgeschwindigkeit und Massenkonzentration des Messobjektes kann über den Messquerschnitt inhomogen sein. Gegebenenfalls kann eine geeignete Messebene erst nach Voruntersuchungen festgelegt werden.

Anforderungen an die Lage und Beschaffenheit von Messstrecke und Messebene werden in den Richtlinien

- VDI 2066, Blatt 1 „Messen von Partikeln - Staubmessungen in strömenden Gasen – Gravimetrische Bestimmung der Staubbeladung - Übersicht“ [34],
- VDI 2066, Blatt 4 „Messen von Partikeln - Staubmessungen in strömenden Gasen - Bestimmung der Staubbeladung durch Messen der optischen Transmission“ [36],
- VDI 2448, Blatt 1 „Planung von stichprobenartigen Emissionsmessungen an geführten Quellen“ [30],
- VDI 4200 „Durchführung von Emissionsmessungen an geführten Quellen“ [31],
- VDI 3950, Blatt 1 „Kalibrierung automatischer Emissionsmesseinrichtungen“ [32]

formuliert.

Die wichtigsten Anforderungen betreffen

- die Lage und die Form der Messstrecke im Abgaskanal,
- die Lage der Messebene in der Messstrecke,
- die Anzahl, Lage und Beschaffenheit der Messöffnungen,
- die Beschaffenheit der Messbühne (z.B. Minimalabmessungen, Witterungsschutz).

In VDI 4200 werden die Anforderungen an den Messquerschnitt folgendermaßen formuliert:

„Im Messquerschnitt sollte eine ungestörte Strömung vorhanden sein. Dies ist erfahrungsgemäß der Fall, wenn der Messquerschnitt innerhalb einer geraden Messstrecke mit gleichbleibender Größe und Form des Querschnitts und störungsfreiem Einlauf und Auslauf angeordnet ist. Umlenkungen, Abzweigungen, Absperrorgane, Ventilatoren und andere Einbauten sowie Querschnittsänderungen, Staubansätze usw. wirken sich störend auf die Strömungsverhältnisse aus.“

Die Längen der Ein- und Auslaufstrecken sollen jeweils mindestens das Dreifache des hydraulischen Durchmessers<sup>1)</sup> des Messquerschnitts betragen. Ist diese Forderung nicht zu erfüllen, so ist die Einlaufstrecke länger zu wählen als die Auslaufstrecke.“

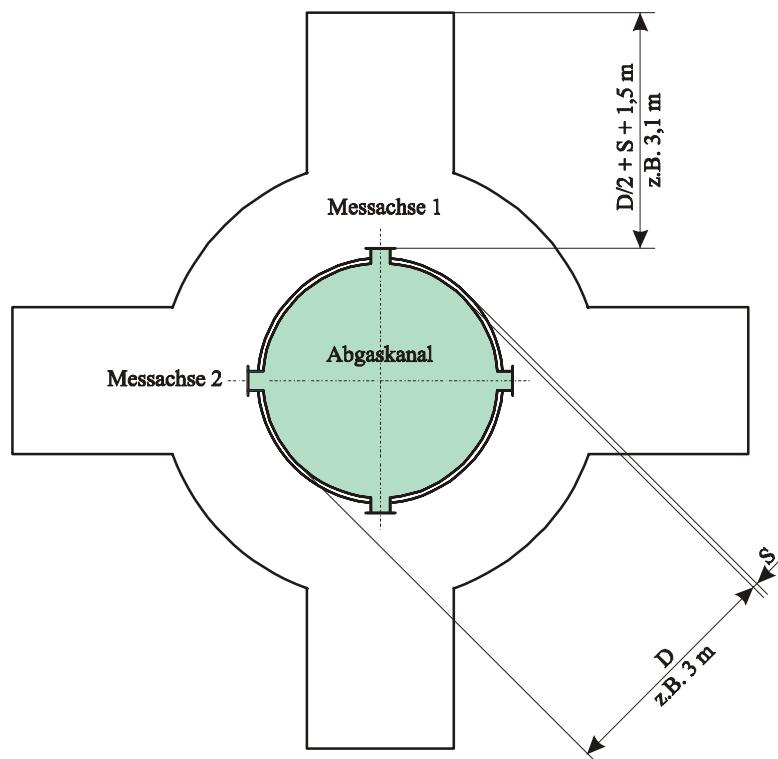
Bei der Wahl der Messebene sind Messebenen stromabwärts vom Saugzugventilator vorzuziehen, da dort eine gleichmäßiger Durchmischung des Abgases wahrscheinlicher ist als stromaufwärts. Die Probenahme für die Messung partikelförmiger Stoffe in horizontalen Abgaskanälen sollte wegen möglicher Sedimentationserscheinungen entlang einer vertikalen Messachse erfolgen [34].

---

1) Anm.: Der hydraulische Durchmesser ist das Verhältnis vom vierfachen Umfang zur Fläche des durch das strömende Medium benetzten Kanalquerschnitts.

Die Messbühne muss sicher erreicht werden können. Die Abmessungen der Messbühne müssen für die Messaufgabe ausreichend sein (z.B. Abb. 2.1), d.h.

- Es muss ausreichend Abstellplatz für Geräte vorhanden sein. Bei belegtem Abstellplatz muss sich das Messpersonal noch sicher auf der Messbühne bewegen können.
- Sollen Netzmessungen durchgeführt werden, dann muss ausreichend Traversierraum zum Verschieben der Sonden vorhanden sein. Es ist darauf zu achten, dass Schutzgitter bzw. Geländer das Verschieben der Sonden nicht behindern.
- Die Arbeitshöhe von der Messbühne bis zu den Messachsen sollte ca. 1,2 bis 1,5 m betragen. Das Einführen der Sonden in die Messöffnungen muss gefahrlos möglich sein und darf nicht durch Schutzgitter bzw. Geländer behindert werden.

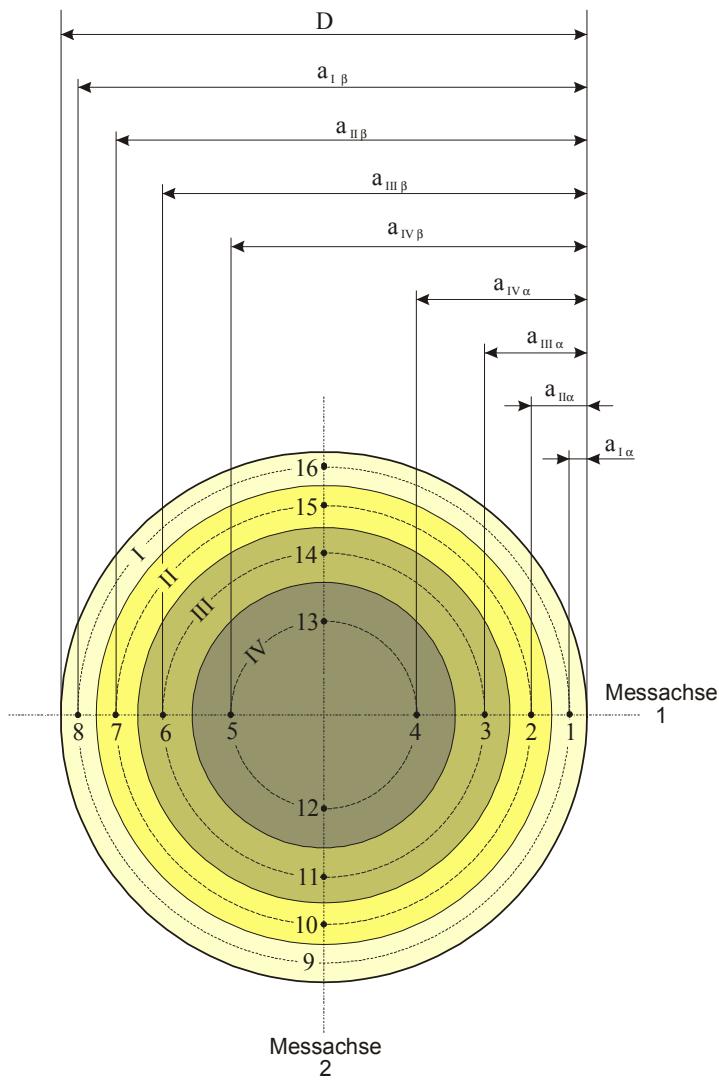


**Abb. 2.1:** Beispiel für eine Messbühne an einem senkrechten Abgaskamin mit zwei Messachsen und vier Messöffnungen für die Durchführung traversierender Messungen (mehrere Messverfahren gleichzeitig möglich) [31]

### 2.3.2 Netzmessungen

Zur Durchführung einer Netzmessung wird der Messquerschnitt in mehrere flächengleiche Teilflächen aufgeteilt. Abb. 2.2 zeigt am Beispiel eines rechteckigen und eines runden Kanalquerschnittes die Aufteilung in Teilflächen nach VDI 2066, Bl. 1 [34] bzw. VDI 4200 [31]. Rechteckige Querschnitte werden in ähnliche Teilflächen aufgeteilt, runde Querschnitte in Kreisringe. Die Messpunkte befinden sich auf den Flächenschwerpunkten der Teilflächen (rechteckiger Querschnitt) bzw. auf den Schnittpunkten der Messachsen mit den Schwerelinien der Kreisringe (runder Querschnitt). VDI 2066, Blatt 1 bzw. VDI 4200 gibt eine detaillierte Anleitung zur Auswahl der Messpunkte für Netzmessungen.

Bei runden Querschnittsflächen werden die Abstände der Messpunkte von der Rohrwand nach Gleichung 2.1 in Abhängigkeit der Anzahl  $i$  der Teilflächen und der Ordnungszahl  $n$  errechnet.

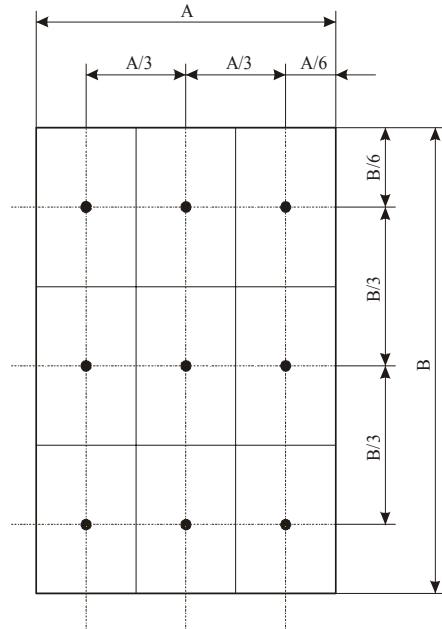


Runder Querschnitt mit zwei Meßachsen  
und acht Meßpunkten je Meßachse

$$a_n = \frac{D}{2} \left( 1 \pm \sqrt{\frac{2i - 2n + 1}{2i}} \right) = DK_n \quad \text{Gl. 2.1}$$

i=Anzahl der Teilflächen

n=Ordnungszahl

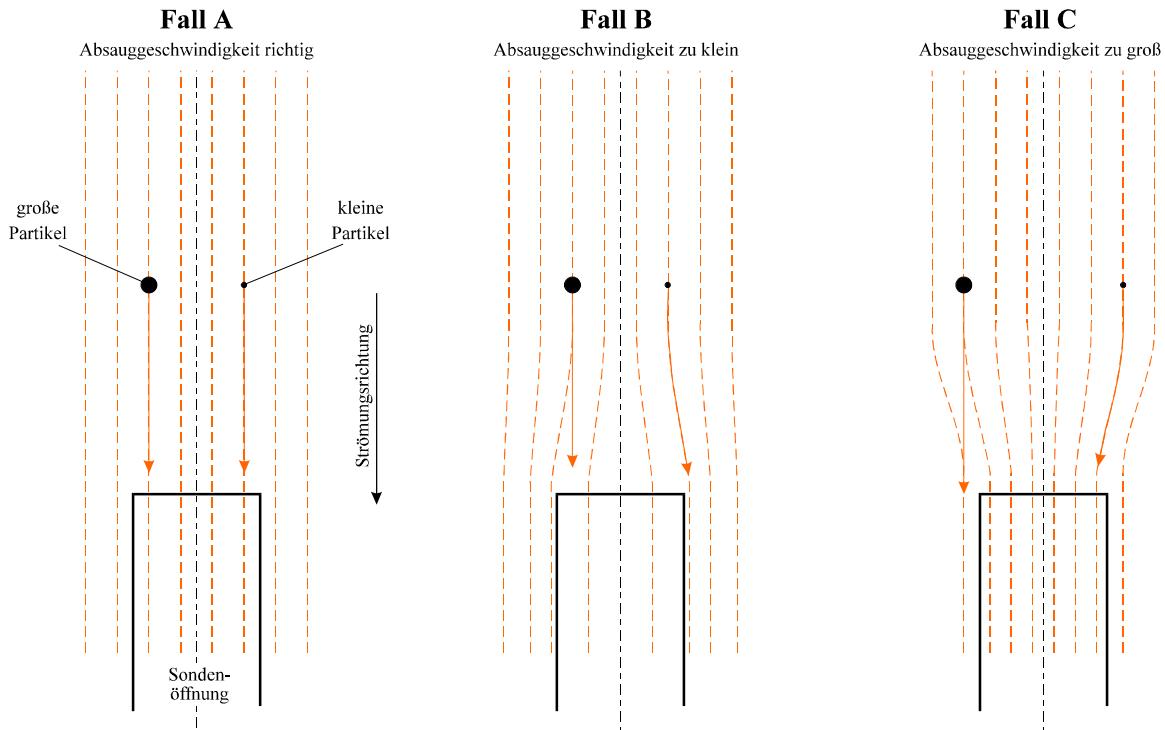


Rechteckiger Querschnitt mit  
neun Messpunkten

**Abb. 2.2:** Lage der Messpunkte im rechteckigen und runden Kanalquerschnitt nach VDI 2066, Bl.1

### 2.3.3 Extraktive isokinetische Probenahme [34; 41]

Die extraktive Probenahme für die Erfassung von Partikeln, partikelgebundener Stoffe und von Aerosolen muss isokinetisch erfolgen. Dies bedeutet, dass die Entnahme des Messgutes aus dem Abgasvolumenstrom mit der gleichen Geschwindigkeit wie im Abgasvolumenstrom am Messpunkt erfolgt, um Entmischungerscheinungen bei der Probenahme vorzubeugen. Dafür ist eine genaue Kenntnis der Strömungsverhältnisse im Messquerschnitt erforderlich. Es ist bekannt, dass solche Entmischungseffekte bei zu geringer Absauggeschwindigkeit stärker ins Gewicht fallen als bei Überschreitung der erforderlichen Absauggeschwindigkeit. Besteht die Gefahr, dass die erforderliche Absauggeschwindigkeit nicht genau eingeregelt werden kann (z.B. wegen pulsierender Strömungsgeschwindigkeiten), wählt man die Absauggeschwindigkeit über der am Messpunkt ermittelten Strömungsgeschwindigkeit (max 10 %). Den Einfluss einer nicht isokinetischen Absaugung auf die Probenahme von Partikeln und Aerosolen zeigt Abb. 2.3. Durch nicht angepasste Absauggeschwindigkeit wird die Gasströmung vor der Sondenöffnung beeinflusst. Größere (schwerere) Partikel folgen aufgrund ihrer Massenträgheit nicht den Gasstromlinien. Dies bewirkt, dass sie bei zu geringer Absauggeschwindigkeit überproportional (Fall B) und bei zu großer Absauggeschwindigkeit unterproportional (Fall C) erfasst werden.



**Abb. 2.3:** Einfluss von Absaugfehlern (nicht isokinetische Probenahme) auf die Probenahme

Die Probenahme für kontinuierlich arbeitende Messeinrichtungen erfolgt in der Regel punktförmig oder linienförmig entlang einer Messachse im Messquerschnitt. Durch Netzmessungen mit Vergleichsmessverfahren (manuelle Messungen) muss bei der Kalibrierung der Messeinrichtung nachgewiesen werden, dass die Probenahmestelle repräsentativ für das jeweilige Messobjekt in der Messebene ist.

Manuelle Messungen von Partikeln, partikelgebundener Stoffe und von Aerosolen werden in der Regel immer durch Netzmessungen realisiert.

Für die isokinetische Probenahme entsprechend eines zuvor ermittelten Strömungsprofiles (siehe unter 2.3.5) wird an jedem Messpunkt die Absauggeschwindigkeit der zuvor ermittelten Strömungsgeschwindigkeit angepasst. Die Absaugzeit wird für jeden Messpunkt gleichlang gewählt. Eine Wichtung unterschiedlicher Massenkonzentrationen an verschiedenen Messpunkten mit unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten wird dabei automatisch über das absolute Volumen des abgesaugten Messgutes durchgeführt.

Automatisierte manuelle Staubprobenahmesysteme messen die Strömungsgeschwindigkeit oder die Druckverhältnisse an der Sonde kontinuierlich und regeln die Absauggeschwindigkeit automatisch (siehe unter 4.2.1).

#### 2.3.4 Extraktive Probenahme für die Gasmessung

Die extraktive Probenahme für die Gasmessung kann entweder in Form einer Netzmessung (querschnittsintegrierend) oder punktförmig durchgeführt werden. Die Probenahme an einem Messpunkt in der Messebene (punktförmige Probenahme) setzt voraus, dass der gewählte Messpunkt hinsichtlich der Massenstromdichte des zu untersuchenden Messobjektes repräsentativ für den gesamten Messquerschnitt ist. Diese Repräsentativität muss nachgewiesen werden. Zum Nachweis bedient man sich in der Regel kontinuierlich aufzeichnender Messverfahren für das Messobjekt oder für eine Leitkomponente. Die Probenahme kann an einem beliebigen Punkt in der Messebene erfolgen, wenn eine ausreichende Homogenität der Messobjekte nachgewiesen wurde. Wird ein inhomogenes Geschwindigkeits- und Konzentrationsprofil festgestellt, dann müssen die Messwerte in Abhängigkeit vom Probenahmepunkt massenproportional gewichtet werden [31].

Bei der extraktiven Probenahme ist es oft erforderlich, dass das Messgut vor dem eigentlichen Analyseverfahren konditioniert wird. Darunter versteht man z. B. die Entfernung von Partikeln (Filter/Feinstaubfilter) oder von

Feuchte (Messgaskühler/-trockner) aus dem Messgut. Dabei muss sichergestellt sein, dass durch die Konditionierung die Messobjekte nicht verändert oder zurückgehalten werden. Einrichtungen zur Messgutkonditionierung sind in die Kalibrierung/ Funktionsprüfung von kontinuierlich arbeitenden Analysegeräten mit einzubeziehen.

### 2.3.5 Ermittlung der Abgasrandbedingungen

Um den Zustand eines Gasstromes eindeutig beschreiben zu können, ist es erforderlich, folgende Abgasparameter, die als Abgasrandbedingungen bezeichnet werden, festzustellen:

- **Abgasdichte**
- **Feuchte** (siehe unter 4.3.3)
- **Strömungsgeschwindigkeit** und statischer Druck (siehe unter 4.3.4)
- **Temperatur** (siehe unter 4.3.5)

Die **Normdichte** eines trockenen Gases wird aus der Gaszusammensetzung berechnet. Sie ergibt sich aus der Summe der mit den jeweiligen Volumenanteilen multiplizierten Normdichten der Gaskomponenten.

$$\rho_n = \sum r_{n,i} \times \rho_{n,i} \quad \text{Gl. 2.2}$$

$\rho_n$ : Normdichte des Gases (trocken)

$\rho_{n,i}$ : Normdichte der Gaskomponente i (trocken)

$r_{n,i}$ : Volumenanteil der Gaskomponente i (trocken)

Dabei sollten Gaskomponenten berücksichtigt werden, deren Anteil 1 % des Gasvolumens übersteigt. In VDI 2066, Bl. 1 [34] sind die Zahlenwerte für relative Molekülmasse, Molvolumen und Normdichte der wichtigsten luftverunreinigenden Stoffe zusammengestellt. Im Messalltag ist es bis auf wenige Ausnahmen (z.B. CO-Anteil im Hochofengichtgas) ausreichend, die Anteile an Stickstoff ( $N_2$ ), Sauerstoff ( $O_2$ ), und Kohlendioxid ( $CO_2$ ) zu berücksichtigen. Aus der Normdichte, der Temperatur, der Feuchte und den Druckverhältnissen im Kanal wird die Betriebsdichte (feucht) berechnet.

## 2.4 Besondere Messanforderungen für Einzelmessungen

### - besondere Messanforderungen nach TA Luft [2]

**Messhäufigkeit:** Bei Anlagen mit zeitlich unveränderlichen Betriebsbedingungen mindestens drei Einzelmessungen bei ungestörtem Dauerbetrieb mit höchster Emission und mindestens jeweils eine weitere Messung bei regelmäßig auftretenden Betriebszuständen mit schwankendem Emissionsverhalten. Bei Anlagen mit überwiegend zeitlich veränderlichen Betriebsbedingungen, Messungen in ausreichender Anzahl, jedoch mindestens 6 bei Betriebsbedingungen, die erfahrungsgemäß zu den höchsten Emissionen führen können.

**Messdauer:** Die Dauer einer Einzelmessung soll eine halbe Stunde nicht überschreiten; Angabe der Messwerte als Halbstundenmittelwerte. In besonderen Fällen (z.B. Chargenbetrieb) sind angepasste Mittelungszeiten erlaubt. Bei der Messung staubförmiger Emissionen sind die Probenahmezeiten so zu wählen, dass die Masse des abgeschiedenen Probenahmegutes mindestens 1/1000 des Filtergewichtes beträgt. Bei geringen Staubgehalten sind Probenahmezeiten bis zu zwei Stunden üblich.

### - besondere Messanforderungen nach 13. BImSchV [7]

**Messhäufigkeit:** Es sind mindestens drei Einzelmessungen bei Betrieb der Anlage mit der Feuerungswärmeleistung durchzuführen.

**Messdauer:** Die Dauer der Einzelmessung soll eine halbe Stunde nicht überschreiten; Angabe der Messwerte als Halbstundenmittelwerte. In besonders schwierigen Fällen kann die Probenahmezeit verlängert werden. Die Dauer einer Einzelmessung soll zwei Stunden nicht

überschreiten.

- **besondere Messanforderungen nach 17. BImSchV [8]**

**Messhäufigkeit:** Es sind mindestens drei Einzelmessungen an drei Tagen durchzuführen, bei Betrieb der Anlage mit der höchsten zugelassenen Leistung für den jeweiligen Einsatzstoff.

**Messdauer:** Für die Bestimmung der Staubinhaltsstoffe beträgt die Probenahmezeit mindestens eine halbe Stunde. Sie soll zwei Stunden nicht überschreiten.

Die Probenahmezeit für die Bestimmung von PCDD/PCDF soll mindestens 6 Stunden betragen und 8 Stunden nicht überschreiten.

- **Bestimmung der Temperatur in der Nachbrennzone** gemäß der bundeseinheitlichen Praxis bei der Überwachung der Verbrennungsbedingungen an Abfallverbrennungsanlagen [19] (im Anhang 1 abgedruckt) bzw. [21] und 17. bzw. 27. BImSchV [8; 10]

**Messverfahren:** Die Überprüfung erfolgt mit keramisch abgeschirmten Absaugepyrometern in zwei Messebenen (Beginn und Ende der Nachbrennzone). Diese Messgeräte messen den Anteil der Konvektionswärme während die Strahlungswärme unberücksichtigt bleibt. Die Messung wird als Netzmessung (siehe unter 2.3.2) zeitgleich auf mindestens zwei Messachsen im Feuerraum durchgeführt. Über das Absaugepyrometer kann gleichzeitig der Mindestvolumengehalt an Sauerstoff mit einer eignungsgeprüften Messeinrichtung überprüft werden.

**Messhäufigkeit:** Drei Netzmessungen über einen Gesamtzeitraum von mindestens drei Stunden bei ungestörtem Dauerbetrieb.

Drei Netzmessungen über einen Gesamtzeitraum von mindestens drei Stunden bei abweichenden Betriebszuständen (z.B. Teillast, falls genehmigter Betriebszustand)

Eine Netzmessung für den Endzustand der Aufheizphase über einen Zeitraum von ca. 1 Stunde beim Anfahren ohne Beschickung

**Messdauer:** Die Messwerte werden kontinuierlich über eine elektronische Messwerterfassung (Abtastrate  $\leq 10$  s) aufgezeichnet und zu 10-Minuten-Mittelwerten verdichtet.

**Die Verweilzeit in der Nachbrennzone** bei einer festgelegten Mindesttemperatur 850°C bzw. 1200°C ist mindestens einmal bei Inbetriebnahme unter den für die Anlage angenommenen ungünstigsten Bedingungen in geeigneter Weise zu überprüfen. Kombiniert mit der Überprüfung der Verweilzeit wird der Mindestsauerstoffgehalt in der Nachbrennzone überprüft. [8, 10, 14, 15, 16, 21]

- **Maßnahmen bei ungünstigen Randbedingungen**

Herrschen in der Messstrecke ungünstige Randbedingungen, kann die Qualität der Messergebnisse negativ beeinflusst werden, wenn keine geeigneten Maßnahmen ergriffen werden.

Durch Einbauten im Kanal, wie z.B. Düsen, können die Strömungsverhältnisse verbessert werden und eine gleichmäßige Durchmischung des Messgutes erzielt werden. An bestehenden Anlagen sind solche Umbauarbeiten im Vorfeld von Emissionsmessungen in den seltensten Fällen durchführbar. Dann muss die Qualität der Messung durch geeignete Maßnahmen, wie z.B. ein engeres Raster für Netzmessungen oder eine erhöhte Probenanzahl, gesichert werden. Diese Maßnahmen bedingen einen erhöhten Messaufwand. Der Umfang der Maßnahmen liegt im Ermessen des Messinstitutes.

Im Fall der isokinetischen Probenahme ist bei schwankenden Strömungsverhältnissen eine simultane kontinuierliche Strömungsgeschwindigkeitsmessung zu empfehlen, um sofort auf geänderte Strömungsverhältnisse reagieren zu können.

## 2.5 Auswertung / Berichterstellung / Dokumentation

Zur Auswertung werden die Messwerte in der Regel auf ein trockenes, druck- und temperaturnormiertes Abgasvolumen bezogen. Die Messergebnisse werden auf einen Bewertungszeitraum bezogen. In der Regel entspricht der Bewertungszeitraum dem Probenahme-/Anreicherungszeitraum und beträgt eine halbe Stunde. Andere Bewertungszeiträume sind möglich, wenn aus messtechnischen oder betrieblichen Gründen abweichende Probenahme-/Anreicherungszeiträume gewählt wurden. Aus den ermittelten Massenkonzentrationen und Abgasvolumenströmen werden die Frachten (Massenströme) der Messobjekte errechnet. Häufig sind Emissionsbegrenzungen auf einen im Genehmigungsbescheid festgesetzten Bezugssauerstoffgehalt bezogen. In diesem Falle müssen die ermittelten Emissionsmassenkonzentrationen auf den Bezugssauerstoffgehalt umgerechnet werden. Die Umrechnung erfolgt nach Gleichung 2.3 [2]:

$$E_B = E_M \times \frac{21 - O_B}{21 - O_M} \quad \text{Gl. 2.3}$$

$E_M$ : gemessene Emission

$E_B$ : Emission bezogen auf den Bezugssauerstoffgehalt

$O_M$ : gemessener Sauerstoffgehalt

$O_B$ : Bezugssauerstoffgehalt

Bei genehmigungsbedürftigen Anlagen (im Geltungsbereich der 4. BImSchV) mit Abgasreinigungseinrichtungen zur Emissionsminderung darf die Umrechnung nur für die Zeiten erfolgen, in denen der gemessene Sauerstoffgehalt über dem Bezugssauerstoffgehalt liegt.

Bei Verbrennungsprozessen mit reinem Sauerstoff oder sauerstoffangereicherter Luft müssen Sonderegelungen getroffen werden, beispielsweise eine Bewertung der Massenkonzentrationen über den Kohlendioxidgehalt.

Bei Abfallverbrennungsanlagen (im Geltungsbereich der 17. BImSchV) darf die Umrechnung für Stoffe, deren Emissionen durch Abgasreinigungseinrichtungen gemindert und begrenzt werden, nur für die Zeiten erfolgen, in denen der gemessene Sauerstoffgehalt über dem Bezugssauerstoffgehalt liegt.

Die Ergebnisse einer Emissionsmessung werden in Form eines Messberichtes weitergegeben. Für Messungen, die auf der Grundlage der §§ 26/28 BImSchG durchgeführt wurden, ist der Umfang und die Berichtsform seit 1993 verbindlich durch das „Muster eines bundeseinheitlichen Emissionsberichtes“ [20] bzw. [29] festgelegt. Dieser Mustermessbericht wurde vom LAI erarbeitet und enthält neben den eigentlichen Messergebnissen weiterführende Informationen, die für die Beurteilung einer Emissionsmessung und für die Interpretation der dabei gewonnenen Erkenntnisse wichtig sind.

Gliederung des Mustermessberichtes:

1. Formulierung der Messaufgabe
2. Beschreibung der Anlage, gehandhabte Stoffe
3. Beschreibung der Probenahmestelle
4. Mess- und Analyseverfahren, Geräte
5. Betriebszustand der Anlage während der Messungen
6. Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion
7. Anhang mit:
  - Messplan
  - Mess- und Rechenwerte
  - Messprotokolle

Der Mustermessbericht ist im Anhang 1 abgedruckt.

### **3 Kontinuierliche Emissionsüberwachung**

#### **3.1 Rechtliche Grundlagen**

Die kontinuierliche Emissionsüberwachung gehört zum Maßnahmenkatalog des Bundes-Immissions- schutzgesetzes [1]. Gestützt auf § 29 BImSchG kann die zuständige Behörde kontinuierliche Emissionsüberwachungen an genehmigungsbedürftigen Anlagen und in besonderen Fällen auch an nicht genehmigungs- bedürftigen Anlagen anordnen.

Konkrete Forderungen nach kontinuierlicher Emissionsüberwachung sind in der ersten allgemeinen Ver- waltungsvorschrift zum BImSchG (TA Luft) [2] und in den Verordnungen zur Durchführung des BImSchG [7; 8; 10] zu finden.

##### **3.1.1 Genehmigungsbedürftige Anlagen**

###### **Anlagen im Geltungsbereich der 4. BImSchV [6]**

Nach TA Luft kann die kontinuierliche Ermittlung luftfremder Stoffe an bestimmten Anlagenarten oder unter bestimmten Voraussetzungen (z.B. Überschreitung eines festgelegten Massenstromes für die jeweilige Komponente bzw. erwartete wiederholte Überschreitung einer festgelegten Massenkonzentration infolge einer Störanfälligkeit der Einrichtung zur Emissionsminderung oder infolge wechselnder Betriebsweisen der Anlage) gefordert werden.

Kontinuierliche Messung und Aufzeichnung der Emissionen an

- Staub (Abgastrübung bzw. Massenkonzentration), „Filterwächter“,
- Schwefeldioxid,
- Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, angegeben als Stickstoffdioxid,
- Kohlenmonoxid,
- Fluor und gasförmige anorganische Fluorverbindungen, angegeben als Fluorwasserstoff,
- gasförmige anorganische Chlorverbindungen, angegeben als Chlorwasserstoff,
- Chlor,
- Schwefelwasserstoff,
- Gesamtkohlenstoff.

Neben der Forderung nach kontinuierlicher Überwachung der Emissionen luftfremder Stoffe unter bestimmten Voraussetzungen wird auch eine kontinuierliche Messung von Bezugsgrößen gefordert. Bezugsgrößen, wie z.B.:

- Abgastemperatur,
- Abgasvolumenstrom,
- Feuchtegehalt,
- statischer Druck,
- Sauerstoffgehalt

werden zur Auswertung und Beurteilung der kontinuierlichen Emissionsmessungen benötigt.

## Großfeuerungsanlagen im Geltungsbereich der 13. BImSchV [7]

Kontinuierliche Messung und Aufzeichnung der Emissionen an

- Staub (Massenkonzentration) an Großfeuerungsanlagen für feste und flüssige Brennstoffe,
- Kohlenmonoxid,
- Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid an Großfeuerungsanlagen für feste und flüssige Brennstoffe und an Großfeuerungsanlagen für gasförmige Brennstoffe mit einer Feuerungswärmeleistung von mehr als 400 MW. Auf die kont. Messung des Stickstoffdioxids kann verzichtet werden, wenn Messungen ergeben, dass der Anteil des Stickstoffdioxids an den Stickstoffoxidemissionen unter 5 % liegt. In diesem Falle wird der Stickstoffdioxidanteil durch Berechnung berücksichtigt.
- Schwefeldioxid an Großfeuerungsanlagen für feste und flüssige Brennstoffe außer an Großfeuerungsanlagen für flüssige Brennstoffe, die den Anforderungen nach §§ 3 und 4 (Begrenzung des Schwefelgehaltes von leichtem Heizöl und Dieselkraftstoffen) der 3. BImSchV [5] entsprechen.

Messung von Bezugsgrößen:

- fortlaufende Aufzeichnung des Sauerstoffgehaltes,
- fortlaufende Aufzeichnung geeigneter Betriebsgrößen oder Abscheideleistungen, um nachzuweisen, dass die geforderten Schwefelemissionsgrade nicht überschritten werden,
- fortlaufende Aufzeichnung der Leistung der Großfeuerungsanlage.

## Abfallverbrennungsanlagen im Geltungsbereich der 17. BImSchV [8]

Kontinuierliche Messung und Aufzeichnung der Emissionen an

- Kohlenmonoxid,
- Staub,
- Gesamtkohlenstoff,
- gasförmige anorganische Chlorverbindungen, angegeben als Chlorwasserstoff,
- gasförmige anorganische Fluorverbindungen, angegeben als Fluorwasserstoff, außer wenn Reinigungsstufen für gasförmige anorganische Chlorverbindungen eingesetzt werden, die sicherstellen, dass die Emissionsgrenzwerte für anorganische gasförmige Chlorverbindungen nicht überschritten werden,
- Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid, angegeben als Schwefeldioxid,
- Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, angegeben als Stickstoffdioxid. Auf die kont. Ermittlung der Stickstoffdioxidkonzentration kann verzichtet werden, wenn sich aufgrund der Einsatzstoffe, der Bauart oder aufgrund von Einzelmessungen ergibt, dass der Anteil des Stickstoffdioxids an den Stickstoffoxidemissionen unter 10 % liegt. In diesem Falle kann mit Zustimmung der zuständigen Behörde der Stickstoffdioxidanteil durch Berechnung berücksichtigt werden.
- Quecksilber und seine Verbindungen, außer wenn zuverlässig nachgewiesen werden kann, dass die Grenzwerte für Quecksilber zu weniger als 20 % in Anspruch genommen werden.

Messung von Bezugsgrößen:

- fortlaufende Aufzeichnung des Sauerstoffgehaltes,
- fortlaufende Aufzeichnung der Temperaturen in der Nachbrennzone,
- fortlaufende Aufzeichnung von Betriebsgrößen zur Beurteilung des ordnungsgemäßen Betriebes, wie z.B. Abgastemperatur, Abgasvolumenstrom, Feuchtegehalt und Druck.

Auf **europäischer Ebene** wurde eine Feststellung der Emissionen genehmigungsbedürftiger Anlagen erstmals in der „Richtlinie zur Bekämpfung der Luftverunreinigung durch Industrieanlagen“ [11], Artikel 11 gefordert. In der „Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung“ [12] (IVU-Richtlinie) werden u.a. Genehmigungsauflagen für neue und bestehende Anlagen festgelegt. Nach Artikel 9, Abs. 5 soll die Genehmigung „angemessene Anforderungen über die Überwachung der Emissionen, in denen die Messmethodik, Messhäufigkeit und das Bewertungsverfahren festgelegt sind sowie eine Verpflichtung, der zuständigen Behörde, die erforderlichen Daten für die Prüfung der Einhaltung der Genehmigungsauflagen zu liefern“, enthalten.

Gestützt auf die in der „Richtlinie zur Bekämpfung der Luftverunreinigung durch Industrieanlagen“ getroffenen Regelungen wurden bisher fünf EG-Anlagenrichtlinien im Rahmen des EG-Umweltrechtes erlassen.

EG-Richtlinien werden innerhalb festgesetzter Fristen durch Erlass von nationalen Verwaltungs- und Rechtsvorschriften in nationales Recht umgesetzt.

Hinsichtlich der Überwachung der Emissionen werden im EG-Recht folgende Regelungen getroffen:

#### **Großfeuerungsanlagen (88/609/EWG) [13]**

Neuanlagen mit einer thermischen Nennleistung von 300 MW oder mehr:

Kontinuierliche Messung und Aufzeichnung der Emissionen an

- Staub,
- Schwefeldioxid,
- Stickstoffoxide.

Die Überprüfung von Staub und Schwefeldioxid kann auf Einzelmessungen oder andere geeignete Bestimmungsverfahren beschränkt werden. Diese Verfahren müssen von der zuständigen Behörde anerkannt werden.

#### **Neue Anlagen für die Verbrennung von Siedlungsmüll (89/369/EWG) [14]** (Betrieb genehmigt ab dem 1.12.1990)

Kontinuierliche Messung und Aufzeichnung der Emissionen an

- Staub,
- Kohlenmonoxid,
- Chlorwasserstoff.

Messung von Betriebskenngrößen:

- fortlaufende Aufzeichnung des Sauerstoffgehaltes
- fortlaufende Aufzeichnung der Temperaturen in der Nachbrennzone
- fortlaufende Aufzeichnung des Feuchtegehalts, außer wenn das Verbrennungsgas vor der Analyse der Emissionen getrocknet wird.

#### **Bestehende Anlagen für die Verbrennung von Siedlungsmüll (89/429 EWG) [15]** (Betrieb erstmals genehmigt vor dem 1.12.1990)

##### **Nennkapazität von mindestens 1 t/h**

Kontinuierliche Messung und Aufzeichnung der Emissionen an

- Staub,
- Kohlenmonoxid.

Messung von Betriebskenngrößen:

- fortlaufende Aufzeichnung des Sauerstoffgehaltes,
- fortlaufende Aufzeichnung der Temperaturen in der Nachbrennzone.

#### **Verbrennung gefährlicher Abfälle (94/67/EG) [16]**

Kontinuierliche Messung und Aufzeichnung der Emissionen an

- Staub,
- Kohlenmonoxid,
- Chlorwasserstoff,
- Fluorwasserstoff, außer wenn Behandlungsstufen für Chlorwasserstoff eingesetzt werden, die gewährleisten, dass der Emissionsgrenzwert für Chlorwasserstoff nicht überschritten wird,
- Summe der gas- und dampfförmigen organischen Stoffe, angegeben als organisch gebundener Kohlenstoff.

Messung von Betriebskenngrößen:

- fortlaufende Aufzeichnung der Temperaturen in der Nachbrennzone,
- fortlaufende Aufzeichnung des Sauerstoffgehaltes im Abgas,
- fortlaufende Aufzeichnung des Feuchtegehalts im Abgas, außer wenn die Abgasprobe vor der Analyse der Emissionen getrocknet wird,
- fortlaufende Aufzeichnung der Abgastemperatur und der Druckverhältnisse.

#### **VOC-Richtlinie (1999/13/EG) [17]**

Kontinuierliche Messung und Aufzeichnung der Emissionen an organisch gebundenem Kohlenstoff wenn eine Vorrichtung zur Emissionsminderung angeschlossen ist und durchschnittlich mehr als 10 kg/h org. gebundener Kohlenstoff emittiert wird.

#### **3.1.2 Nicht genehmigungsbedürftige Anlagen**

**Kleinfeuerungsanlagen im Geltungsbereich der 1. BImSchV**

**Anlagen im Geltungsbereich der 2. BImSchV**

Messverfahren und Regelungen zur 1. und 2. BImSchV sind Gegenstand eines weiteren Leitfadens, der als UBA-Text [79] veröffentlicht wurde. Sie werden deshalb hier nicht weiter behandelt.

**Anlagen zur Feuerbestattung im Geltungsbereich der 27. BImSchV [10]**

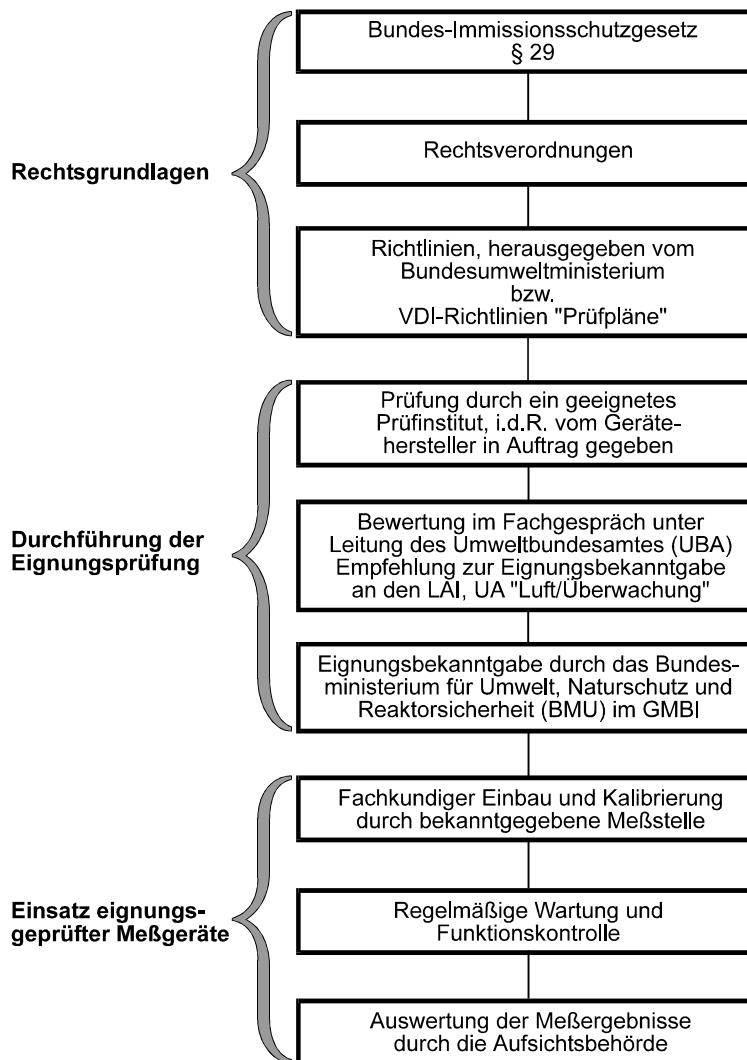
- Kohlenmonoxid,
- Staub (Rauchgasdichte).

Messung von Bezugsgrößen:

- fortlaufende Aufzeichnung des Sauerstoffgehaltes,
- fortlaufende Aufzeichnung der Temperaturen in der Nachbrennzone.

### 3.2 Qualitätssicherung bei der kontinuierlichen Emissionsüberwachung

Um eine einheitliche Praxis bei der kontinuierlichen Überwachung der Emissionen sicherzustellen, wurde ein Programm Qualitätssichernder Maßnahmen entwickelt. Abb. 3.1 zeigt die Bausteine dieses Qualitätssicherungsprogrammes.



**Abb. 3.1:** Qualitätssicherung bei der kontinuierlichen Emissionsüberwachung

#### 3.2.1 Eignungsprüfungen

##### Messeinrichtungen für luftfremde Stoffe und Bezugssgrößen

Kontinuierlich registrierende Messeinrichtungen für die Überwachung von Emissionen müssen für diese Messaufgaben geeignet sein, d.h. sie müssen definierten Qualitätsanforderungen genügen. In der TA Luft [2] und in den Rechtsverordnungen zum BImSchG wird der Einsatz geeigneter Messeinrichtungen für die kontinuierliche Emissionsüberwachung gefordert. Die Eignung von Messeinrichtungen wird durch Eignungsprüfungen festgestellt. Um ein einheitliches Vorgehen bei der Durchführung von Eignungsprüfungen (Prüfumfang, Prüfkriterien/ Mindestanforderungen, Auswertung der Ergebnisse) zu sichern, veröffentlicht das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit nach Abstimmung mit den zuständigen obersten Landesbehörden in Übereinstimmung mit dem Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI), „Richtlinien über die Eignungsprüfung, den Einbau, die Kalibrierung und die Wartung von Messeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen und die kontinuierliche Erfassung von Bezugs- bzw. Betriebsgrößen zur fortlaufenden Überwachung der Emissionen besonderer Stoffe“ im Gemeinsamen Ministerialblatt der Bundesministerien (GMBI) [18] (abgedruckt im Anhang 1).

Der LAI, Unterausschuss „Luft/Überwachung“ hat Prüfkataloge für die Durchführung von Eignungsprüfungen erarbeitet und veröffentlicht [24; 25]. Auf dieser Grundlage werden Prüfpläne für die Durchführung von Eignungsprüfungen von VDI-Arbeitsgruppen erarbeitet und als VDI-Richtlinien veröffentlicht [28].

Eignungsprüfungen werden in der Regel von den Geräteherstellern kostenpflichtig in Auftrag gegeben.

Die Eignungsprüfungen werden von Prüfinstituten vorgenommen, die besondere Erfahrungen bei der Durchführung von Emissions- und Immissionsmessungen, bei der Kalibrierung kontinuierlicher Messeinrichtungen sowie bei der Geräteprüfung nachweisen.

Prüfungen und Gutachten von Prüfstellen anderer Mitgliedsstaaten der EU bzw. des europäischen Wirtschaftsraumes (EWR) werden nach der „Bundeseinheitlichen Praxis bei der Überwachung der Emissionen“ [18] als gleichwertig anerkannt, insbesondere wenn:

- die Eignungsprüfung nach den in der „Bundeseinheitlichen Praxis bei der Überwachung der Emissionen“ [18] enthaltenen Anforderungen oder nach fachlich gleichwertigen Verfahren vorgenommen worden ist (incl. mindestens 3-monatiger Feldtest der Geräte),
- die Prüfstellen o.g. besondere Erfahrungen nachgewiesen haben, beispielsweise durch eine Benennung durch die zuständigen Behörden eines Mitgliedsstaates,
- die Prüfstellen durch ein von der ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation) evaluiertes Akkreditierungssystem für die entsprechenden Prüfaufgaben nach der Normenreihe DIN EN 45000<sup>1)</sup> akkreditiert sind.

Eine Eignungsprüfung kann in zwei Phasen unterteilt werden:

- Laborprüfung Prüfung der Anforderungen an die Bedien- und Einstellmöglichkeiten,  
Prüfung des Einflusses der Umgebungstemperatur, der Luftfeuchte und von Schwankungen der Netzspannung auf das Messsignal,  
Prüfung der Linearität des Messsignals,  
Prüfung des Einflusses von Störkomponenten auf das Messsignal (Querempfindlichkeiten).
- Feldtest Mindestens dreimonatiger Dauertest mit üblicherweise zwei baugleichen vollständigen Messeinrichtungen,  
Ermittlung und Überprüfung statistischer Kenngrößen durch Vergleich der Messwerte der beiden Messeinrichtungen bzw. durch Vergleich mit Messwerten, die zeitgleich mit einem Referenzmessverfahren ermittelt wurden (Kalibrierung),  
Überprüfung der Langzeitstabilität (Nullpunkt/Referenzpunkt),  
Festlegung des Wartungsintervall,  
Überprüfung der Tauglichkeit der Messeinrichtung unter reellen Einsatzbedingungen in der Praxis (anlagenspezifische Prüfung),  
Ermittlung von Einschränkungen für den Einsatz der Messeinrichtung.

Der Feldtest wird unter praxisnahen Bedingungen durchgeführt. Ziel ist der Nachweis der Tauglichkeit der Messeinrichtung unter realen Einsatzbedingungen. Die Eignungsbekanntgabe wird deshalb für den Einsatz an bestimmten Anlagenarten ausgesprochen. Bei der Eignungsbekanntgabe wird oft zwischen Messaufgaben nach TA Luft, 13., 17. und 27. BImSchV unterschieden (z.B. unterschiedliche kleinste geprüfte Messbereiche).

Das beauftragte Institut erstellt einen Bericht über das Ergebnis der durchgeführten Eignungsprüfung. Der Bericht wird im Rahmen eines Fachgespräches unter Leitung des Umweltbundesamtes (UBA) begutachtet. Das Gutachter-Gremium setzt sich aus Vertretern des UBA, der zuständigen Länderbehörden und der Prüfinstitute zusammen. Führt die Begutachtung zu einem positiven Gesamurteil, wird eine Empfehlung zur Veröffentlichung

---

1) DIN EN 45001 [Mai 1990] „Allgemeine Kriterien zum Betreiben von Prüflaboratorien“ wird bis 2002 ersetzt durch DIN EN ISO/IEC 17025 [April 2000] „Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien“

an den LAI, Unterausschuss „Luft/Überwachung“ gegeben. Die Eignungsbekanntgabe der geprüften Messeinrichtung erfolgt dann auf Veranlassung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Gemeinsamen Ministerialblatt der Bundesministerien. In der Eignungsbekanntgabe sind Informationen zum möglichen Einsatzbereich evtl. mit Einschränkungen, zum geprüften Messbereich und zum Prüfbericht zu finden.

#### Elektronische Einrichtungen zur Auswertung und Beurteilung kontinuierlicher Emissionsmessungen/Emissionsdatenfernübertragung (EFÜ)

Die ermittelten Messwerte müssen kontinuierlich aufgezeichnet und für eine spätere Bearbeitung automatisch aufbereitet werden.

Die für diese Aufgabe eingesetzten Geräte werden als Teil der kontinuierlich registrierenden Messeinrichtungen angesehen. Deshalb müssen sie analog zu den Messeinrichtungen einer Eignungsprüfung unterzogen werden. Richlinien über die Auswertung kontinuierlicher Emissionsmessungen wurden vom BMU im gemeinsamen Ministerialblatt veröffentlicht [18]. Darin enthalten sind Leistungsmerkmale und Mindestanforderungen für die Eignungsprüfung und Angaben zum Auswerteverfahren nach TA Luft, 17. BImSchV und für Feuerungsanlagen.

Weitere Anforderungen an die Aufzeichnung und Auswertung der Messergebnisse sind unter Nr. 3.2.3.6 der TA Luft [2], § 26 der 13. BImSchV [7], §12 der 17. BImSchV [8] und unter § 8 der 27. BImSchV [10] zu finden.

Für EFÜ-Systeme ist die Datenübertragung zwischen zu überwachender Anlage (B-System) und der Aufsichtsbehörde (G-System) über eine Schnittstellendefinition, die im LAI, Unterausschuss „Luft/Überwachung“ erarbeitet wurde, genormt [26].

#### Liste der bekanntgegebenen Messeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen

Listen aller bekanntgegebenen Messeinrichtungen, nach Messobjekten geordnet werden vom UBA aktualisiert und veröffentlicht. Diese Listen können im Internet unter der Adresse <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/messeinrichtungen.htm> abgerufen werden. Die Bekanntgabetexte ab 1999 sind ebenfalls dort abrufbar. Die Listen enthalten neben dem Hersteller/ Vertreibernamen, Jahrgang, Nummer und Seite des Gemeinsamen Ministerialblattes der Bundesministerien, in dem die Bekanntgabe zu finden ist.

Anhang 2 dieses Leitfadens enthält einen Ausdruck der Gerätelisten. Die bekanntgegebenen Geräte werden darin den folgenden Gruppen zugeordnet:

- Staubkonzentration
- Abgastrübung
- Staub (qualitativ, Grenzwertüberwachung)
- Schwefeldioxid
- Stickstoffoxide
- Kohlenmonoxid
- Anorganische gasförmige Chlorverbindungen
- Anorganische gasförmige Fluorverbindungen
- Schwefelwasserstoff
- Phenol
- Formaldehyd
- Org. Verbindungen als Gesamt-Kohlenstoff
- Ammoniak
- Quecksilber
- Sauerstoff
- Feuchte
- Abgasvolumenstrom
- Einfache Klassiergeräte
- Klassiergeräte mit Bezugswertrechner
- Telemetrische Überwachung (EFÜ)

### **3.2.2 Einbau, Betrieb und Qualitätssicherung von eignungsgeprüften Messeinrichtungen**

#### **3.2.2.1 Auswahl der Messebene**

Für die Auswahl der Messstrecke und der Messebene in der Messstrecke gelten die gleichen Kriterien wie für die Auswahl der Messebene bei diskontinuierlichen Messverfahren (siehe unter 2.3.1).

Die Probenahme für kontinuierlich arbeitende Messeinrichtungen kann aus technischen Gründen in der Regel nicht integrierend über die Messebene erfolgen. Extraktive Probenahmen werden normalerweise punktförmig oder linienförmig durchgeführt. In-situ-Messungen decken im Fall von optischen Messverfahren linienförmige Ausschnitte der Messebene ab. Durch eine Netzmessung (siehe unter 2.3.2) muss exemplarisch nachgewiesen werden, dass der gewählte Messpunkt bzw. die gewählte Messachse repräsentativ für das Messobjekt in der Messebene ist.

Bei der Auswahl der Messebene sind Ebenen stromabwärts vom Saugzugventilator vorzuziehen, da dort eine gleichmäßiger Durchmischung des Abgases wahrscheinlicher ist als stromaufwärts. Linienförmige Probenahmen bzw. optische in-situ-Messungen für partikelförmige Stoffe in horizontalen Abgaskanälen sollten wegen möglicher Sedimentationserscheinungen vertikal erfolgen [36].

Es ist zweckmäßig, das manuelle Vergleichsmessverfahren zur Kalibrierung der kontinuierlich arbeitenden Messeinrichtung in derselben Messebene durchzuführen. Wird das Messgut für das Vergleichsmessverfahren punktförmig entnommen (Ermittlung punktbezogener Analysenfunktionen), dann muss die Probenahmesonde so eingebaut werden können, dass die Probe für das Vergleichsmessverfahren und für das kontinuierlich arbeitende Messgerät von eng benachbarten Messpunkten in der Messebene entnommen werden kann. Hierdurch wird sichergestellt, dass dem kontinuierlichen Messverfahren und dem Vergleichsmessverfahren das gleiche Messgut angeboten wird [32].

Die Probenahmestelle sollte so beschaffen sein, dass auch die Messeinrichtungen zur Messung der Bezugsgrößen, z.B. O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, Temperatur, Feuchte, aus der gleichen Messebene mit Messgut versorgt werden.

Eine gegenseitige Beeinflussung der kontinuierlichen Messung und der Vergleichsmessung muss vermieden werden. Besondere Anforderungen an die Einbau- bzw. Probenahmestelle sind gegebenenfalls den Prüfberichten der jeweiligen Messgeräte zu entnehmen.

Die Einbaustelle (in-situ-Messgeräte) bzw. die Probenahmestelle (Messgeräte mit extraktiver Probenahme) und die Messöffnungen für Vergleichsmessungen müssen über sichere Arbeitsbühnen leicht zugänglich sein. Die Arbeitsbühnen müssen ausreichend groß dimensioniert sein [31].

#### **3.2.2.2 Einbau der Messeinrichtung**

Der Einbau der Messeinrichtung soll unter Mitwirkung einer von der nach Landesrecht zuständigen Behörde bestimmten Stelle erfolgen [18].

Eine von der zuständigen obersten Landesbehörde dafür bekanntgegebene Stelle muss über den ordnungsgemäßen Einbau der kontinuierlichen Messeinrichtung eine Bescheinigung ausstellen (siehe unter 1.4).

Bei der Installation von Emissionsmesseinrichtungen sind folgende Randbedingungen zu berücksichtigen:

- Einhaltung der vom Hersteller angegebenen Grenzen für die Betriebstemperatur,
- ausreichender Schutz vor Witterungseinflüssen,
- schwingungs- und erschütterungsfreie Installation,
- Vermeidung von äußeren Einflüssen durch Gase und Dämpfe auf die Messeinrichtung,
- Vermeidung von störenden elektrischen oder magnetischen Feldern im Nahbereich der Messeinrichtung oder der Messwertübertragung,
- Betriebseinschränkungen aufgrund von Erkenntnissen aus der Eignungsprüfung.

### Messeinrichtungen mit extraktiver Probenahme

Um kurze Einstellzeiten zu erzielen ist der Probenahmeweg möglichst kurz zu halten. Alle gasführenden Leitungen und Bauteile der Emissionsmesseinrichtung müssen aus geeigneten Werkstoffen bestehen, um einerseits Korrosion und andererseits Wechselwirkungen zwischen diesen Werkstoffen und dem Messgut zu vermeiden. Sonden, Filter und Probegasleitungen bis zum Probegaskühler (Kondensatabscheidung) sind über die Taupunkttemperatur des Messgutes zu beheizen.

Bei Geräten mit Filterrückspülung ist darauf zu achten, dass das zur Rückspülung verwendete Gas keine Abkühlung des Sondenkopfes unter die Taupunkttemperatur verursacht.

Bei größerem Kondensataufkommen sollte die Kondensatableitung automatisch erfolgen. Grundsätzlich sind alle kondensatführenden Leitungen mit Gefälle zu verlegen.

### Optische in-situ-Messverfahren

Bei optischen in-situ-Messverfahren sind gegebenenfalls der Einfluss von Fremdlicht oder besondere Ansprüche an die Verzugsfreiheit der Geräteaufhängung zu berücksichtigen.

#### **3.2.2.3 Wartung von Messeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen**

Messeinrichtungen für die kontinuierliche Emissionsüberwachung müssen regelmäßig gewartet werden. Das mit der Betreuung der Messeinrichtung beauftragte Fachpersonal soll in die Bedienung der Messeinrichtung eingewiesen sein. Es ist zweckmäßig, einen Wartungsvertrag zur regelmäßigen Überprüfung der Messeinrichtung abzuschließen. Auf einen solchen Wartungsvertrag kann verzichtet werden, wenn der Betreiber über eine Mess- und Regelwerkstatt und über qualifiziertes Personal verfügt [18]. Zur Dokumentation dieser Tätigkeiten kann die zuständige Behörde die Führung eines Kontrollbuches verlangen.

Der Umfang und die Häufigkeit von Wartungsarbeiten ist gerätespezifisch und abhängig von den Betriebsbedingungen. Das Wartungsintervall, das bei der Eignungsprüfung ermittelt worden ist, ist den Herstellerangaben oder dem Eignungsprüfungsbericht zu entnehmen und sollte nicht überschritten werden.

### Wartung von in-situ-Messeinrichtungen

Die Wartung optischer in-situ-Messeinrichtungen erstreckt sich i.a. auf:

- Reinigung optischer Grenzflächen,
- Kontrolle von Nullpunkt- und Referenzpunktsignalen, gegebenenfalls der Empfindlichkeit,
- Reinigung von Filtern (SpülLuft, KühlLuft),
- Kontrolle der Messwertaufzeichnung.

### Wartung von Messeinrichtungen mit extraktiver Probenahme

Die Wartung erstreckt sich i.a. auf:

- Überprüfung der Probenahmebeheizung,
- Ersatz von Verbrauchsmaterial (z.B. Filter, Reagenzlösungen),
- Austausch oder Reinigung von Probengasfiltern,
- Prüfung der Registriereinrichtungen,
- Prüfung von Kondensatabscheidesystemen,
- Dichtheitsprobe der gasführenden Leitungen und Bauteile,
- Überprüfung des Probegasflusses,
- Überprüfung des Gerätenullpunktes und der Empfindlichkeit,
- gegebenenfalls Überprüfung der Absorbentsdosierung.

Bei Betriebsstillständen sind alle probegasführenden Leitungen mit einem Inertgas zu spülen. Kondensatsammelgefäße sollten entleert werden.

### **3.2.2.4 Überprüfung der Funktionsfähigkeit von Messeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen**

Kontinuierlich arbeitende Messeinrichtungen zur Ermittlung von Emissionen sowie zur Ermittlung von Bezugsgrößen sind durch eine von der zuständigen Landesbehörde bekanntgegebene Stelle (siehe unter 1.4) jährlich auf Funktionsfähigkeit prüfen zu lassen.

Einer Kalibrierung der Messeinrichtung (siehe unter 3.2.2.5) geht immer eine Funktionsprüfung voraus.

Funktionsprüfungen sollen gemäß VDI 3950, Blatt 1 [32] folgende Punkte umfassen:

#### Messeinrichtungen mit extraktiver Probenahme:

- Prüfung der Bauteile der Messeinrichtungen auf Funktionstüchtigkeit (z.B. Beheizungen). Optische Kontrolle der Bauteile auf Beschädigungen und Verschmutzungen,
- Prüfung der Dichtheit des probegasführenden Systems. In die Überprüfung werden Bauteile zur Messgasentnahme (Sonde, Filter) und die Messgasaufbereitung mit einbezogen.  
An Staubmesseinrichtungen mit extraktiver Probenahme wird zusätzlich die Teilstromkonstanz überprüft. Bei Systemen mit Regelung der geschwindigkeitsgleichen Absaugung ist diese ebenfalls zu überprüfen.
- Kontrolle des Null- und des Referenzpunktes mit Null- und Prüfgas bzw. mit geeigneten Prüfmitteln,
- Nachjustierung des Null- und des Referenzpunktes mit geeigneten Prüfmitteln,
- Kontrolle der Gerätekennlinie mit Hilfe von Prüfgasen bzw. mit geeigneten Prüfmitteln und Nullgas mit
  - Nullpunkt und einem Referenzpunkt für Geräte mit linearem Messverhalten,
  - Nullpunkt und zwei Referenzpunkten für Geräte mit nichtlinearem Messverhalten,
  - Nullpunkt und vier Referenzpunkten, die gleichmäßig über den Messbereich verteilt sind, für Geräte mit linearisiertem Messverhalten.

Die Gerätekennlinie beschreibt den Zusammenhang zwischen dem Messsignal der kontinuierlichen Messeinrichtung (üblicherweise ein Stromsignal  $I$ ) und dem Sollwert für die Prüfmittelvorlage:  $I = f(c_{\text{Prüfgas}})$ .

- Überprüfung der Querempfindlichkeiten gegenüber den im Abgas (im vorliegenden Einsatzfall) enthaltenen Begleitstoffen. Dazu sind die Begleitstoffe z.B. in Form von Prüfgasen unter Einbeziehung der Messgasentnahme und der Messgasaufbereitung in den Analysator einzuleiten. Bei der Erstkalibrierung wird mit Bezug auf die Eignungsprüfung der Messeinrichtung eine Liste mit den relevanten Abgasbegleitstoffen erstellt, deren Einfluss überprüft werden muss.

Häufig auftretende Begleitstoffe sind:

- Wasserdampf,
- Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Stickstoffoxide und Schwefeldioxid.
- Überprüfung der Nullpunkts- und der Referenzpunktsdrift im Wartungsintervall entweder anhand von Betriebsaufzeichnungen des Betreibers oder durch Prüfgas-/Prüfmittelaufgabe am Anfang und am Ende des Wartungsintervales,
- Ermittlung der 90%-Einstellzeit.

Bei Messeinrichtungen nach dem Prinzip der  $\beta$ -Strahlungsabsorption erfolgt die Funktionsprüfung durch Einzelfiltermessungen und durch Überprüfung der Teilstromentnahme und der Absaugedauer. Bei Systemen mit Regelung der geschwindigkeitsgleichen Absaugung ist diese ebenfalls zu überprüfen.

#### Optische in-situ-Messeinrichtungen:

- Prüfung der Bauteile der Messeinrichtungen auf Funktionstüchtigkeit. Optische Kontrolle der Bauteile auf Beschädigungen und Verschmutzungen. Insbesondere sind die optischen Grenzflächen auf Verschmutzung zu überprüfen.
- Prüfung der Funktion der SpülLuftgebläse und der SpülLuftfilter (falls vorhanden),
- Kontrolle und Nachjustierung des Nullpunktes auf einer Vergleichsmessstrecke (Durchlichtverfahren) oder auf abgasfreier Messstrecke mit geeigneten Prüfmitteln. Die Länge der Vergleichsmessstrecke muss dem Abstand Flansch/Flansch am Abgaskanal entsprechen (kann u.U. vom Kundendienst des Geräteherstellers im Beisein von Vertretern der Messstelle durchgeführt werden).
- Überprüfung der Lage von Null- und des Referenzpunkt am Abgaskanal mit Hilfe eingebauter Prüfmittel,
- Kontrolle der Gerätekennlinie mit Hilfe geeigneter Prüfmittel (z.B. optische Prüffilter, Gitterfilter bekannter Extinktion, Prüfgasküvetten) (kann u.U. vom Kundendienst des Geräteherstellers im Beisein von Vertretern der Messstelle durchgeführt werden),
- Überprüfung der Querempfindlichkeiten gegenüber den im Abgas (im vorliegenden Einsatzfall) enthaltenen Begleitstoffen. In-situ Messeinrichtungen für mehrere Komponenten sind hinsichtlich der Querempfindlichkeit durch Beeinflussung der Messkanäle untereinander durch Schreibstreifenkontrolle über einen Zeitraum von mehreren Tagen zu überprüfen.

Häufig auftretende Begleitstoffe sind:

- Wasserdampf,
- Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Stickstoffoxide und Schwefeldioxid.
- Überprüfung der Nullpunkts- und der Referenzpunktsdrift im Wartungsintervall entweder anhand von Betriebsaufzeichnungen des Betreibers oder durch Prüfgas-/Prüfmittelaufgabe am Anfang und am Ende des Wartungsintervales,
- Ermittlung der 90%-Einstellzeit.

#### Elektronische Auswertesysteme:

- Überprüfung der Datenübertragung vom Messgerät zum Auswertesystem und zum Registrierschreiber. Diese Überprüfung erfolgt entweder durch Aufschaltung einer internen Stromquelle oder einer externen Kalibrierstromquelle.
- Überprüfung der Datenregistrierung und der Verrechnung,
- Überprüfung der Übertragung von Statussignalen zum Auswertesystem,
- Überprüfung der Parameterliste.

Die Funktionsprüfungen sind zum Teil unabhängig vom Betrieb der Anlage, d.h. sie können je nach Prüfumfang auch bei Anlagenstillstand durchgeführt werden. Unter bestimmten Voraussetzungen, insbesondere bei Anwendungen, für die es keine stabilen Prüfgase gibt, kann es erforderlich sein, einige Vergleichsmessungen mit Konventionsmessverfahren durchzuführen.

#### **3.2.2.5 Kalibrierung von Messeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen [32]**

Einrichtungen zur kontinuierlichen Emissionsüberwachung sind regelmäßig durch eine von der zuständigen obersten Landesbehörde bekanntgegebene Stelle zu kalibrieren. Die Intervalle zwischen zwei Kalibrierungen betragen für

- |                                |                                     |                              |
|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| - Anlagen nach 4. BImSchV:     | 5 Jahre                             | Nr. 3.2.3.7 der TA Luft [2], |
| - Großfeuerungsanlagen:        | 3 Jahre bei einer Leistung > 300 MW | § 28 der 13. BImSchV [7],    |
|                                | 5 Jahre für alle übrigen Anlagen    | § 10 der 17. BImSchV [8],    |
| - Abfallverbrennungsanlagen:   | 3 Jahre                             | § 7 der 27. BImSchV [10].    |
| - Anlagen zur Feuerbestattung: | 5 Jahre                             |                              |

Vor der Durchführung einer Kalibrierung wird von der durchführenden Stelle ein Messplan erstellt (siehe unter 2.2). Er beinhaltet Angaben zu Messort, Messaufgabe, Messtermin, Messverfahren und zum Messpersonal [30].

Ziel der Kalibrierung ist die Ermittlung der Analysenfunktion der vollständigen Messeinrichtung. Die Analysenfunktion beschreibt den Zusammenhang zwischen der Konzentration  $c$  des gesuchten Messobjektes im Abgas und dem Messsignal der kontinuierlichen Messeinrichtung (üblicherweise ein Stromsignal  $I$ ):

Analysenfunktion:  $c = f(I)$

Dazu werden Vergleichsmessungen mit Konventionsverfahren durchgeführt. Ein Konventionsverfahren ist ein vereinbartes Verfahren zur Bestimmung eines oder mehrerer Gasbeschaffenheitsmerkmale, zu deren Bestimmung Referenzmaterialien praktisch nicht hergestellt werden können. Das Messergebnis ist vereinbarungsgemäß ein Maß für den beobachteten Zustand. Die eingesetzten Konventionsverfahren zeichnen sich i.d.R. dadurch aus, dass sie auf quantitativen chemischen oder physikalischen Reaktionen beruhen, deren Leistungsparameter (oder Reaktionsparameter) unter definierten konstanten Bedingungen als unveränderlich anzusehen sind [32].

Zur statistischen Absicherung eines eindeutigen Zusammenhangs zwischen Geräteanzeige und der Konzentration des Messobjektes im Abgas sind i.d.R. mindestens 15 Vergleichsmessungen notwendig. Mit der Anzahl der Betriebszustände bzw. der Emissionsverhältnisse einer Anlage erhöht sich der notwendige Messumfang.

Zur Ermittlung der Analysenfunktion gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

1.) Direkte Ermittlung der netzbezogenen Analysenfunktion

Die Vergleichsmessungen werden als Netzmessungen durchgeführt. Zur Berechnung der Analysenfunktion wird die Geräteanzeige den zeitgleich über die Vergleichsmessungen aufgenommenen Messwerten gegenübergestellt.

2.) Schrittweise Ermittlung der netzbezogenen Analysenfunktion

Die Probenahme für die Vergleichsmessungen wird punktförmig in der Nähe der Probenahme der kontinuierlich registrierenden Messeinrichtung durchgeführt (punktbezogene Analysenfunktion). Zusätzlich wird eine orientierende Netzmessung durchgeführt. Durch Vergleich der Messwerte aus Netz- und Festpunktmeßung wird ein Korrekturfaktor für den Probenahmepunkt des zu kalibrierenden Gerätes ermittelt. Zur Verbesserung der räumlichen und zeitlichen Repräsentativität wird dieser Faktor in die ermittelte punktbezogene Analysenfunktion eingerechnet.

Es ist darauf zu achten, dass die Vergleichsmessungen möglichst die gesamte Messbereichsspanne, die an der kontinuierlichen Messeinrichtung eingestellt ist, abdecken. Hierzu können Eingriffe in die Betriebsweise einer Anlage oder der Abgasreinigungseinrichtung erforderlich sein. Die Messungen sollen in der Regel innerhalb von fünf Tagen abgeschlossen sein.

Eine Kalibrierung schließt in der Regel die Ermittlung der Abgasrandbedingungen mit ein. Besondere Bedeutung hat diese Ermittlung, wenn die zu kalibrierende Messeinrichtung Schadstoffmassenkonzentrationen bezogen auf das Abgasvolumen im Betriebszustand ermittelt und diese durch eine Auswerteeinheit normiert werden.

Im Zuge der Kalibrierung ist eine Aussage zur Funktionstüchtigkeit vorhandener Messeinrichtungen für Bezugsgrößen, wie z.B.  $O_2$ ,  $CO_2$ , Temperatur, Feuchte, abzugeben.

Während der Kalibrierung werden die Messsignale der kontinuierlich arbeitenden Messeinrichtung mit Registriergeräten der Klassengenauigkeit 0,5 und einer Schreibbreite von wenigstens 20 cm aufgezeichnet. Um die Auswertung zu erleichtern, ist es zweckmäßig, eine Messdatenerfassungsanlage einzusetzen. Die Abtastrate sollte mindestens 10 Hertz je Kanal betragen. Die aufgezeichneten Messwerte müssen über die Dauer der Probenahmezeit des eingesetzten Vergleichsmessverfahrens aufintegriert werden können.

Die durch die Vergleichsmessungen erhaltenen Wertepaare werden statistisch ausgewertet [32; 36]. Sofern ein größerer Teil des Messbereiches mit Wertepaaren abgedeckt ist, erfolgt die statistische Auswertung im Sinne eines Sollwert-Istwert-Vergleiches durch Aufstellen einer linearen Regression ohne Nullpunktshypothese. Nichtlineare Zusammenhänge können durch entsprechende parabelförmige Funktionen angegeben werden.

Durch Regressionsrechnung wird die Analysenfunktion bestimmt. Weiterhin werden statistische Kenngrößen, wie der zweiseitig abgegrenzte Vertrauens- und Toleranzbereich ermittelt. Die Analysenfunktion sollte eine direkte Auswertung des Messsignals als Massenkonzentration des Messobjektes, z.B. in mg/m<sup>3</sup>, ermöglichen.

In Sonderfällen kann es vorkommen, dass Messwertkollektive, die bei verschiedenen Betriebszuständen der untersuchten Anlage aufgenommen wurden, nicht mit einer gemeinsamen Analysenfunktion ausgewertet werden können (z.B. bei unterschiedlichen optischen Staubeigenschaften). Dann muss für jeden Betriebszustand eine getrennte Regressionsrechnung durchgeführt werden.

Zeigen die ergriffenen Maßnahmen zur Erhöhung der Streubreite der Messwerte keinen Erfolg, erhält man bei der Gegenüberstellung von kontinuierlich aufgezeichneten Messwerten und Messwerten des Vergleichsmessverfahrens einen Punktehaufen.

Überschreiten die Messwerte 20 % des zu überwachenden Grenzwertes nicht, dann kann die Anzahl der Vergleichsmessungen auf neun eingeschränkt werden. Die Auswertung erfolgt durch Regressionsrechnung unter Einbeziehung des Nullpunktes. Die Analysenfunktion gilt nur in dem mit Messwerten abgedeckten Bereich.

Ist aus dem Vorwissen über das Emissionsverhalten der Anlage bekannt, dass keine Messwerte oberhalb von 20 % des zu überwachenden Grenzwertes auftreten bzw. aufgetreten sind, dann kann die Umkehrfunktion der Gerätekennlinie als Analysenfunktion des vollständigen Messverfahrens eingesetzt werden

Über die Funktionsprüfung bzw. die Kalibrierung erstellt die durchführende Stelle einen Bericht.

Der LAI, Unterausschuss „Luft/Überwachung“ hat einen „Bundeseinheitlichen Mustermessbericht über die Durchführung von Funktionsprüfungen/Kalibrierungen kontinuierlich arbeitender Messeinrichtungen“ [22] bzw. [33] erarbeitet.

Er enthält Angaben zu

- Messaufgabe,
- Messtermin,
- Anlage sowie zum Betriebszustand der Anlage während der Vergleichsmessungen,
- Messort für die kontinuierlich arbeitende Messeinrichtung und für das Vergleichsmessverfahren,
- kontinuierlich arbeitender Messeinrichtung,
- Vergleichsmessverfahren,
- Ergebnissen der Funktionsprüfung/Kalibrierung
- Funktionsprüfung des elektronischen Auswertesystems.

Der Musterkalibrierbericht ist im Anhang 1 abgedruckt. Er ist derzeit nicht in allen Bundesländern verbindlich eingeführt.

### **3.2.2.6 Besondere Anforderungen bei der Funktionsprüfung/Kalibrierung**

Im folgenden sind besondere Hinweise zu der Kalibrierung und zu der Funktionsprüfung von kont. Messeinrichtungen nach Messobjekten aufgegliedert zusammengestellt. Generell sind die Anforderungen an die Wartung, Funktionsprüfung und Kalibrierung der Messeinrichtung, die bei der Eignungsprüfung festgestellt wurden und im Eignungsprüfungsbericht zu finden sind, zu beachten.

### 3.2.2.6.1 Staubgehalts-Messeinrichtungen [36]

Konventionsmessverfahren für Vergleichsmessungen bei der Kalibrierung:

- Geringe Staubgehalte: Gravimetrische Bestimmung der Staubbefladung nach VDI 2066, Blatt 7 [39]
- Hohe Staubgehalte: Gravimetrische Bestimmung der Staubbefladung nach VDI 2066, Blatt 2 [35]

Der Zusammenhang zwischen dem Staubgehalt im Abgas und dem Messsignal der kontinuierlichen Messeinrichtung ist unter anderem abhängig von der Korngrößenverteilung und den Stoffeigenschaften (Oberfläche, Reflexionsvermögen) des Staubes sowie der Repräsentanz der messtechnischen Erfassung im Messquerschnitt. Er kann daher nur durch gravimetrische Vergleichsmessungen ermittelt werden. Es empfiehlt sich, die Kalibrierung in dem für die jeweilige Messaufgabe interessierenden Konzentrationsbereich durchzuführen. Um Einflussgrößen bei der Kalibrierung weitgehend zu erfassen, müssen alle wesentlichen in der Praxis auftretenden Betriebszustände berücksichtigt werden. Gegebenenfalls sind bestimmte Emissionsverhältnisse, die bei der Kalibrierung erfasst werden sollen, durch Maßnahmen an vorhandenen Entstaubungsanlagen gezielt herbeizuführen.

Die Vergleichsmessungen sollen nach Möglichkeit innerhalb eines einzigen Wartungsintervales vorgenommen werden.

### 3.2.2.6.2 Rauchdichte-Messgeräte

Rauchdichtemessgeräte können nur eine qualitative Aussage über die Staubkonzentration in Abgasen liefern. Aus diesem Grund ist eine Kalibrierung mittels Vergleichsmessungen mit einem manuellen Vergleichsmessverfahren nicht sinnvoll.

Nach Abgleich des Nullpunktssignals auf die Helligkeit der abgasfreien Messstrecke wird die Geräteempfindlichkeit mit Prüffiltern bekannter Trübung einjustiert.

### 3.2.2.6.3 Messeinrichtungen für Schwefeldioxid

Konventionsmessverfahren für Vergleichsmessungen bei der Kalibrierung:

- $\text{H}_2\text{O}_2$ -Thorin-Methode nach VDI 2462, Bl. 8 [47]
- Jod-Thiosulfat-Verfahren nach VDI 2462, Bl. 1 [48]
- Wasserstoffperoxid/ Bariumperchlorat/ Thorin-Verfahren nach DIN ISO 7934 [50]

Die Kalibrierung ist unter Beachtung der Richtlinie 2462, Bl. 6 „Messen gasförmiger Emissionen – Überprüfen der Kalibrierung automatischer Schwefeldioxid-Konzentrations-Messgeräte an Feuerungsanlagen“ [49] durchzuführen. Die Wahl des Vergleichsverfahrens richtet sich nach der Schwefeldioxidkonzentration in den Abgasen und möglicher Querempfindlichkeiten der Messverfahren gegenüber Abgasbegleitstoffen.

### 3.2.2.6.4 Messeinrichtungen für Stickstoffoxide

Konventionsmessverfahren für Vergleichsmessungen bei der Kalibrierung:

- Natriumsalicylatverfahren nach VDI 2456, Bl. 8 [53]
- Dimethylphenolverfahren nach VDI 2456, Bl. 10 [54]

Bei Anlagen, deren Gehalt an Stickstoffdioxid größer als 5 % vom Gesamtstickstoffoxidgehalt ( $\text{NO} + \text{NO}_2$ ) ist, ist die Überprüfung des Konverterwirkungsgrades (falls vorhanden) erforderlich. Dies kann z.B. mit  $\text{NO}_2$ -haltigen Prüfgasen bekannter Konzentration oder mittels Gasphasentitration (mit Ozon) erfolgen. Bei der Herstellung von  $\text{NO}_2$ -Prüfgasen ist zu beachten, dass  $\text{NO}_2$  in Abhängigkeit von Temperatur und Druck dimerisiert:  $2 \text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ . Bei Prüfgaskonzentrationen oberhalb 1000 ppm ist dieser Effekt zu beachten [51].

### **3.2.2.6.5 Messeinrichtungen für Kohlenmonoxid**

Konventionsmessverfahren für Vergleichsmessungen bei der Kalibrierung:

- Jodpentoxidverfahren nach VDI 2459, Bl. 7 [56]
- Messung mittels FID nach Reduktion zu Methan und gaschromatographischer Auftrennung nach VDI 2459, Bl. 1 [57]
- bei CO-Konzentrationen > 1Vol.-% die Orsat-Methode [81]

Bei Feuerungsanlagen ist der CO-Gehalt der Abgase im allgemeinen so niedrig, dass keine Vergleichsanalysen durchgeführt werden können. In diesen Fällen kann die Analysenfunktion durch Invertierung der bei der Funktionsprüfung erzeugten Gerätekennlinie berechnet werden, wenn aus dem Vorwissen bekannt ist, dass keine Messwerte oberhalb von 20 % des zu überwachenden Grenzwertes aufgetreten sind [32].

### **3.2.2.6.6 Messeinrichtungen für organische Verbindungen**

Konventionsmessverfahren für Vergleichsmessungen bei der Kalibrierung:

- Kieselgel-Verfahren (ADS) nach VDI 3481, Bl. 2 [58] mit Einschränkungen  
Dieses Verfahren kann abhängig von der Abgaszusammensetzung andere Messergebnisse als z.B. das FID-Messverfahren liefern. Das Kieselgel-Verfahren eignet sich nicht zur Messung kurzkettiger Kohlenwasserstoffe ( $C_1$  bis  $C_3$ ) und für Messungen in feuchten Abgasen (z.B. Verbrennungsabgase).

Eine individuelle Kalibrierung von FID-Messgeräten ist erforderlich, weil das Messgerät mit Prüfgasen, wie z.B. Propan oder Butan eingestellt wird, und die von der Anlage emittierten organischen Verbindungen vom Prüfgas abweichende Responsefaktoren besitzen können.

Einschränkungen für die Betriebssicherheit sind aus dem Eignungsprüfungsbericht zu entnehmen. In explosionsgefährdeten Bereichen sind die Vorschriften des Explosionsschutzes zu berücksichtigen. Gegebenenfalls müssen zugunsten der Sicherheit Kompromisse im Hinblick auf die günstigste Einbaustelle gemacht werden.

### **3.2.2.6.7 Messeinrichtungen für anorganische gasförmige Fluorverbindungen**

Konventionsmessverfahren für Vergleichsmessungen bei der Kalibrierung:

- Absorptions-Verfahren nach VDI 2470, Bl. 1 [59]  
Die analytische Bestimmung der Fluorid-Konzentration erfolgt i.d.R durch ionenchromatographische Bestimmung.

### **3.2.2.6.8 Messeinrichtungen für gasförmige anorganische Chlorverbindungen**

Konventionsmessverfahren für Vergleichsmessungen bei der Kalibrierung:

- Absorptions-Verfahren nach DIN EN 1911-1 [60]  
Die analytische Bestimmung der Chlorid-Konzentration erfolgt i.d.R durch ionenchromatographische Bestimmung.

Die Überprüfung der Gerätekennlinie von Absorptionsphotometern erfolgt mit chloridhaltigen Prüfgasen. Der Wasserdampfgehalt des zu messenden Abgases ist bei der Prüfgasaufgabe zu berücksichtigen, wenn eine Querempfindlichkeit des Messsystems gegen Wasserdampf besteht.

### **3.2.2.6.9 Messeinrichtungen für Schwefelwasserstoff**

Konventionsmessverfahren für Vergleichsmessungen bei der Kalibrierung:

- potentiometrisches Titrationsverfahren nach VDI 3486, Blatt 1 [61]
- jodometrisches Titrationsverfahren nach VDI 3486, Blatt 2 [62]

### **3.2.2.6.10 Messeinrichtungen für Ammoniak**

Konventionsmessverfahren für Vergleichsmessungen bei der Kalibrierung:

- Adsorptionsverfahren nach VDI 3496, Blatt 1 [\[63\]](#)

### **3.2.2.6.11 Messeinrichtungen für Quecksilber**

Konventionsmessverfahren für Vergleichsmessungen bei der Kalibrierung:

- Kaliumpermanganat-Verfahren nach DIN EN 13211 (E) [\[64\]](#)

Zu beachten ist, dass dieses Verfahren den Gesamt-Quecksilberanteil bestimmt, während einige bekanntgegebene Hg-Analysatoren nur den Anteil an metallischem Quecksilber detektieren.

Die Kontrolle der Gerätekennlinie bei der Funktionsprüfung erfolgt durch Aufgabe von Prüfgasen. Die Prüfgase müssen unmittelbar vor der Aufgabe auf das Analysengerät hergestellt werden, z.B. durch Einstellung eines gewünschten Dampfdruckes in der Gasphase über einem Quecksilberreaktor).

Gegebenfalls ist bei der Prüfgasaufgabe die Zykluszeit der Messeinrichtung zu beachten. Analog dazu muss das Probenahmeintervall für die Vergleichsmessungen der Anreicherungsphase der Messeinrichtung angepasst werden.

### **3.2.2.6.12 Messeinrichtungen für Bezugsgrößen (Volumenstrom, Feuchte, Sauerstoff, Temperatur)**

Die Funktionsfähigkeit von Messeinrichtungen für Bezugsgrößen wird durch manuelle Vergleichsmessungen überprüft.

### 3.3 Auswertung und Dokumentation der Messwerte, Weitergabe an die Behörde/ Emissionsfernüberwachung

#### Messwertregistrierung und - aufarbeitung

Die Messwerte werden vom elektronischen Auswertesystem aufgenommen. Die Abtastrate sollte 1 s (bei EFÜ-Systemen 0,1 s) je Kanal nicht überschreiten. Die Messwerte werden zu Kurzzeitwerten verdichtet (aufintegriert) und unter Zugrundelegung der bei der Kalibrierung ermittelten Analysenfunktion in die jeweilige physikalische Größe umgerechnet. Zusätzlich können mathematische Rechenoperationen, wie z.B. die Sauerstoffbezugsberechnung oder Druck-, Feuchte- bzw. Temperaturnormierung, durchgeführt werden.

Der Bezugszeitraum für das Integrationsintervall beträgt in der Regel eine halbe Stunde. Er ist bei neueren Systemen jedoch im Intervall zwischen 3 und 120 Minuten frei wählbar.

Zur Auswertung wird z.B. der Konzentrationsbereich bis zum zweifachen des Emissionsgrenzwertes der zu überwachenden Komponente in 20 Klassen gleicher Klassenbreite unterteilt. Die ermittelten Kurzzeitwerte, i.d.R. Halbstundenmittelwerte, werden der entsprechenden Konzentrationsklasse zugeordnet. Gespeichert wird die Anzahl der in der jeweiligen Klasse abgelegten Kurzzeitwerte und deren Summenhäufigkeitsverteilung. Die Summenhäufigkeitsverteilung wird in der Regel über ein Kalenderjahr geführt.

Alle 24 Stunden wird ein Tagesmittelwert gebildet und der entsprechenden Klasse für Tagesmittelwerte zugeordnet. Für Messaufgaben nach der 13. und der 17. BImSchV sind Integrationsintervalle und Klasseneinteilung zum Teil abweichend festgelegt.

Täglich wird ein Protokoll mit den Inhalten der gespeicherten Klassen und auffälliger Messwerte ausgedruckt. Am Jahresende wird ein Jahresprotokoll erstellt.

Abb. 3.2 zeigt einen Tagesausdruck einer Anlage, bei der die Auswertung für drei Komponenten nach TA Luft vorgenommen wird.

Die Messwerte werden darin folgenden Klassen zugeordnet:

Klasse 1 – 20	Enthält alle Werte in einheitlicher Klassenbreite bis zum zweifachen Emissionsgrenzwert (Kurzzeitgrenzwert) <sup>1)</sup>
Klasse 21	Diese Klasse deckt den Bereich oberhalb des Kurzzeitgrenzwertes (zweifachen Emissionsgrenzwertes) bis zum Kurzzeitgrenzwert + Toleranzbereich ab <sup>2)</sup>
Klasse 22	Enthält Werte größer Klasse 21 <sup>2)</sup>
Summe Klasse 1 – 22	Summe aller Werte, die in den Klassen 1 - 22 enthalten sind
97%-Regel	Diese Klasse enthält alle Werte, die das 1,2fache des Emissionsgrenzwertes einhalten, d.h. 97% aller Halbstundenmittelwerte müssen in den Klassen 1 - 12 enthalten sein. <sup>3)</sup>
1.2 * TGW	Diese Klasse beginnt beim 1,2fachen des Emissionsgrenzwertes (TGW) und endet bei der Grenze des dazugehörigen Vertrauensbereiches (VB), d.h. 1,2 * Emissionsgrenzwert bis 1,2 * Emissionsgrenzwert + VB
Ersatzwertrechnung	Wurde zur Berechnung der Komponenten ein <b>Ersatzwert</b> herangezogen, erscheinen diese Werte zusätzlich in dieser Klasse. (Doppelklassierung)
Integrationszeit < 2/3	Werte deren Anzahl der Einzelwerte zur Bildung des Rasterwertes kleiner 2/3 sind
Störung Messgerät	Messwerte, die wegen der anstehenden <b>Statusmeldung Störung</b> nicht in der Klassierung berücksichtigt werden, werden in dieser Klasse abgelegt.

Wartung Messgerät	Messwerte, die wegen der anstehenden <b>Statusmeldung Wartung</b> nicht in der Klassierung berücksichtigt werden, werden in dieser Klasse abgelegt.
Störung Rechner	Messwerte, die im Zeitraum einer <b>Rechnerstörung</b> auflaufen oder aufgelaufen wären, werden in dieser Klasse berücksichtigt.
Wartung Rechner	Messwerte, die wegen der anstehenden <b>Statusmeldung Rechnerwartung</b> nicht in der Klassierung berücksichtigt werden, werden in dieser Klasse abgelegt.
Anlage außer Betrieb	Messwerte, die während des Anlagenstatus „ <b>Außer Betrieb</b> “ gemessen werden, werden in dieser Klasse abgelegt.
Anfahren	Messwerte, die während des Anlagenstatus „ <b>Anfahren</b> “ gemessen werden, werden in dieser Klasse abgelegt.
Unber. wg. Ausfall RRA	(unberücksichtigt wegen Ausfall Rauchgasreinigungsanlage) Messwerte, die während des Anlagenstatus „ <b>Rauchgasreinigungsanlage Ausfall</b> “ gemessen werden, werden in dieser Klasse abgelegt.
TMW < TGW	Diese Klasse enthält die Tagesmittelwerte (TMW), die kleiner als der Tagesgrenzwert (TGW entspricht dem Emissionsgrenzwert) sind.
TGW < TMW < TGW+VB	Diese Klasse enthält die Tagesmittelwerte (TMW), die den Emissionsgrenzwert (TGW) überschreiten, jedoch unterhalb des Emissionsgrenzwertes + Vertrauensbereich (VB) liegen.
TMW > TGW+VB	Tagesmittelwerte (TMW), die den Emissionsgrenzwert (TGW) + Vertrauensbereich (VB) überschreiten.
kein TMW gebildet	Klasse enthält Werte, wenn kein Tagesmittelwert (TMW) gebildet werden konnte. (z.B. nicht genügend gültige Einzelwerte)

siehe Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Emissionen [18],

- 1): Nr. 1.2 Klassierung und Speicherung der Halbstundenmittelwerte, 1.2.1
- 2): Nr. 1.2 Klassierung und Speicherung der Halbstundenmittelwerte, 1.2.3
- 3): Zu 2: Merkmale des Auswerteverfahrens: Es ist gekennzeichnet dadurch, dass 97% aller Halbstundenmittelwerte 6/5 des Emissionsgrenzwertes nicht übersteigen dürfen.
- 4): Nr. 1.2 Klassierung und Speicherung der Halbstundenmittelwerte, 1.2.2

#### Hinweis:

Nach 13. BImSchV (Großfeuerungsanlagen) kann der Bewertungszeitraum auf bis zu 2 Stunden verlängert werden, wenn bei der Kalibrierung die Kalibrierzeit entsprechend verlängert werden musste.

Nach 89/369/EWG (Neue Verbrennungsanlagen für Siedlungs-müll) [14] sind folgende Bewertungszeiträume festgelegt:

1 Stunde  
1 Tag  
Gleitender 7-Tage-Durchschnitt

Nach 88/609/EWG (Großfeuerungsanlagen) [13] sind folgende Bewertungszeiträume festgelegt:

48 Stunden  
1 Kalendermonat oder  
Gleitender 30-Tage-Durchschnitt

**Tagesübersicht**

Auswertung: 01.05.1998 für: Kessel\_1 Gas (1G) DM: 1 TA-Luft Anforderung: manuell

**Klassenhäufigkeit Kurzzeitwerte 10.02.1998 bis 01.05.1998**

Komponente Klassenbreite Einheit	CO (1)			NO2 (1)			Staub (1)		
	Tag	Jahr	SH	Tag	Jahr	SH	Tag	Jahr	SH
Klasse 1	48	3788	100,0	0	0	0,0	0	0	0,0
Klasse 2	0	0	100,0	0	0	0,0	48	3773	100,0
Klasse 3	0	0	100,0	0	132	3,5	0	0	100,0
Klasse 4	0	0	100,0	48	2553	70,9	0	0	100,0
Klasse 5	0	0	100,0	0	1085	99,5	0	0	100,0
Klasse 6	0	0	100,0	0	5	99,7	0	0	100,0
Klasse 7	0	0	100,0	0	2	99,7	0	0	100,0
Klasse 8	0	0	100,0	0	2	99,8	0	0	100,0
Klasse 9	0	0	100,0	0	9	100,0	0	0	100,0
Klasse 10(TGW)	0	0	100,0	0	0	100,0	0	0	100,0
Klasse 11	0	0	100,0	0	0	100,0	0	0	100,0
Klasse 12	0	0	100,0	0	0	100,0	0	0	100,0
Klasse 13	0	0	100,0	0	0	100,0	0	0	100,0
Klasse 14	0	0	100,0	0	0	100,0	0	0	100,0
Klasse 15	0	0	100,0	0	0	100,0	0	0	100,0
Klasse 16	0	0	100,0	0	0	100,0	0	0	100,0
Klasse 17	0	0	100,0	0	0	100,0	0	0	100,0
Klasse 18	0	0	100,0	0	0	100,0	0	0	100,0
Klasse 19	0	0	100,0	0	0	100,0	0	0	100,0
Klasse 20(KOW)	0	0	100,0	0	0	100,0	0	0	100,0
Klasse 21	0	0	100,0	0	0	100,0	0	0	100,0
<b>Klasse 22</b>	0	0	100,0	0	0	100,0	0	0	100,0
<b>Summe K1-K22</b>	48	3788		48	3788		48	3773	
<b>97%-Regel</b>	100,0	100,0		100,0	100,0		100,0	100,0	
1,2*TGW-1,2*TGW+VB	0	0		0	0		0	0	
Ersatzwertrechnung	0	1		0	1		0	0	
Integrationszeit < 2/3	0	15		0	15		0	16	
Störung Meßgerät	0	0		0	0		0	1	
Wartung Meßgerät	0	22		0	22		0	35	
Störung Rechner	0	54		0	54		0	54	
Wartung Rechner	0	6		0	6		0	6	
Anlage außer Betrieb	0	3		0	3		0	3	
Anfahren	0	0		0	0		0	0	
Sonderklasse	0	0		0	0		0	0	
unten wg. Auffall RRA									
unten in diesem KISp	0	0		0	0		0	0	
<b>Summe ungültige Werte</b>	0	100		0	100		0	115	
RRA-Störung aktuell (h)									
RRA-Störung gesamt (h)									

**Klassenhäufigkeit Tagesmittelwerte 10.02.1998 bis 01.05.1998**

TMW < TGW	1	81	100,0	1	81	100,0	1	81	100,0
TGW < TMW < TGW+VB	0	0	100,0	0	0	100,0	0	0	100,0
<b>TMW &gt; TGW+VB</b>	0	0	100,0	0	0	100,0	0	0	100,0
kein TMW gebüdet	0	0		0	0		0	0	

Legende: KOW: Konsolidiergrenzwert MW: Meß-/Mittelwert TB: Toleranzbereich  
 TGW: Tagessummenwert TMW: Tagesmittelwert VB: Vertrauensbereichsbereich  
 RRA: Reichgasemissionsanlage DM: Datennode SH: Stundenhäufigkeit  
 K21, K22 bei Schadstoffen: K21: TGW < MW < TGW + TB, K22: MW > TGW + TB  
 K21, K22 bei Nachverbrennungstemperatur/O2 in Nachverbrennungszone: K21: Überschreitung (<K21), K22: Unterschreitung (>K20)

**Abb. 3.2:** Tagesausdruck der Klassierung an einer Anlage nach TA Luft

### Emissionsfernüberwachung / Emissionsdatenfernübertragung (EFÜ) [26]:

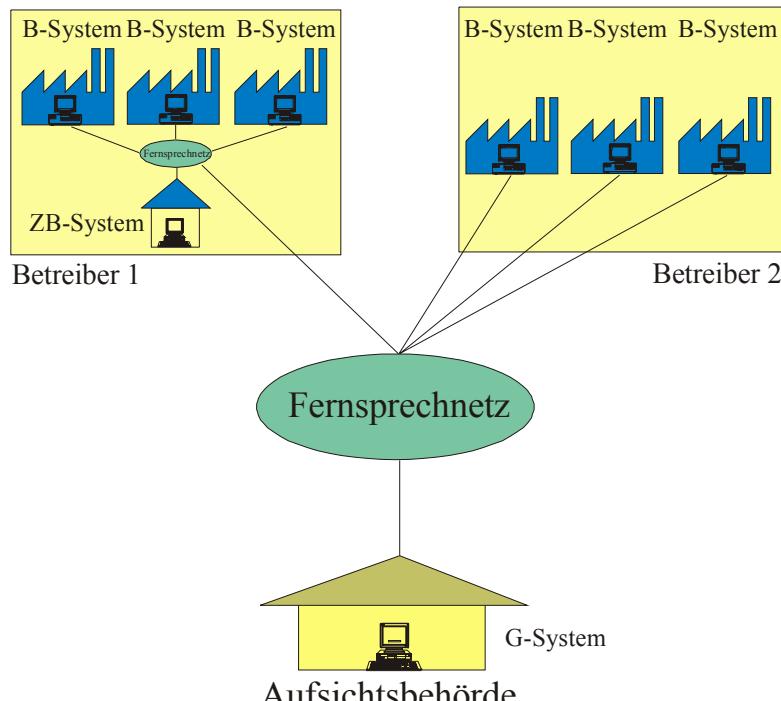
Bei Systemen zur Emissionsfernüberwachung werden die Messdaten von einem Emissionsrechner verarbeitet. Die verarbeiteten Daten werden von einem Emissionsfernüberwachungsrechner (EFÜ-Rechner oder B-System) zwischengespeichert und zur späteren Datenfernübertragung (DFÜ) bereitgehalten. Emissionsrechner und EFÜ-Rechner können in einer Einheit zusammengefasst sein oder mit einer gegenseitigen Datenverbindung betrieben werden. Der Anlagenbetreiber verfügt je nach Anzahl der überwachten Anlagen über ein oder mehrere B-Systeme, die miteinander vernetzt sein können. Jedes B-System übernimmt die Auswerteaufgaben für eine Anlage oder einen Anlagenteil. An ein B-System können mehrere Emissionsrechner angeschlossen werden. In der zuständigen Überwachungsbehörde ist ein G-System installiert. Mit diesem System ist der Zugriff auf die in den angeschlossenen B-Systemen gespeicherten Daten möglich. B-System und G-System kommunizieren über eine Modem-Verbindung im öffentlichen Telefonnetz. Die Daten-Schnittstelle wurde einheitlich festgelegt. Die Schnittstellendefinition ist in der Schriftenreihe des LAI [26] veröffentlicht. Abb. 3.3 zeigt den schematischen Aufbau eines EFÜ-Systems mit Anbindung an die Behörde.

#### EFÜ-Systeme erfüllen folgende Grundfunktionen:

- Das B-System liefert unaufgefordert in vorgegebenen Zeitabständen (bis zu max. 7 Tagen, i.d.R. täglich) die Daten für den zurückliegenden Zeitraum seit der letzten Übertragung an das G-System.
- Das B-System liefert auf Anforderung des G-Systems jederzeit die Daten für den in der Anforderung angegebenen Zeitraum.
- Das B-System liefert bei Grenzwertverletzungen die Daten für den aktuellen Tag.
- Die Beschreibung der Anlage, z.B. Parametrierung, erfolgt in dem B-System der Anlage und wird in Form eines sog. Datenmodells zum G-System übertragen.

Im Gegensatz zu Emissions-Auswerterechnern können bei EFÜ-Systemen einzelne Emissionswerte den zugehörigen Emissionszeiten zugeordnet werden. Die tägliche Datenübertragung ermöglicht der zuständigen Überwachungsbehörde eine schnelle Reaktion auf Unregelmäßigkeiten im Emissionsverhalten einer angeschlossenen Anlage.

Da die B-Systeme über leistungsfähige Rechnereinheiten verfügen, ist z.B. eine Emissionswert-Trendberechnung möglich, durch die eine drohende Überschreitung, z.B. eines Tagesgrenzwertes, rechtzeitig erkannt werden kann.



**Abb. 3.3:** EFÜ-System mit Anbindung an die Behörde

## 4 Messverfahren

### 4.1 Kontinuierliche Messung luftfremder Stoffe (stationär/mobil)

Alle für kontinuierliche Messungen geeigneten Messgeräte registrieren physikalische oder physikalisch-chemische Änderungen, die das Messobjekt im Messsystem hervorruft, und wandeln diese in elektrische Signale um. Hierzu kann das Messgut entweder dem Hauptvolumenstrom entnommen werden und dem Messgerät zugeführt werden (extraktive Probenahme) oder das Messgut wird direkt im Abgaskanal untersucht (in-situ-Messung).

In diesem Kapitel soll eine systematische Übersicht der gängigen Messprinzipien gegeben werden. Spezielle konstruktive Besonderheiten einzelner Gerätehersteller bleiben dabei außer Betracht.

Im emissionstechnischen Sprachgebrauch wird für optische Messgeräte in der Regel die Bezeichnung „Photometer“ verwendet, obwohl es sich per Definition um Spektrometer handelt. Als Photometer werden sonst nur Spektrometer bezeichnet, die mit Strahlung im sichtbaren UV-Bereich arbeiten.

#### 4.1.1 Messung partikelförmiger Emissionen

##### 4.1.1.1 Photometrische Staubmessung in-situ (Messen der optischen Transmission) [36]

Photometrische Staubmessgeräte messen die Staubbeladung über die Hilfsgröße Transmission bzw. Extinktion. Ein Lichtstrahl durchtritt ein staubbeladenes Abgas in einem definierten Querschnitt wie z.B. Schornstein, Rohrleitung oder Kanal. Dabei erfährt er eine von der Staubbeladung abhängige Schwächung infolge von Absorption und Streuung an den Partikeln. Das Verhältnis von empfangenem Licht  $I$  zu ausgesandtem Licht  $I_0$  ist die Transmission  $T$ . Der Logarithmus des Kehrwertes der Transmission wird als Extinktion  $E$  bezeichnet.

$$T = \frac{I}{I_0} \quad E = \ln \frac{1}{T} \quad \text{Gl. 4.1 und 4.2}$$

Bei konstanter Staubbeladung im Abgas wird die Extinktion um so größer, je länger der Lichtweg  $L$  ist. Zwischen Transmission und der Länge der gesamten Messstrecke besteht ein exponentieller Zusammenhang:

$$T = \exp(-\varepsilon L) \quad \text{Gl. 4.3}$$

Der Extinktionskoeffizient  $\varepsilon$  hängt von den Eigenschaften des verwendeten Lichtes, den Eigenschaften des zu messenden Staubes (z.B. Korngrößenverteilung, Form der Partikeln, Farbe, komplexer Brechungsindex) sowie von der Staubbeladung  $c$  ab.

Wegen der Vielzahl der Einflussgrößen lässt sich ein einfacher formelmäßiger Zusammenhang zwischen der Staubbeladung und der Transmission nicht angeben. Experimentell wurde nachgewiesen, dass zwischen der Staubbeladung  $c$  und dem Extinktionskoeffizient  $\varepsilon$  in gewissen Grenzen ein linearer Zusammenhang besteht, der mit Einführung der Proportionalitätskonstante  $\alpha$  durch das Lambert-Beer'sche Gesetz beschrieben wird:

$$T = \exp(-\alpha c L) = \exp(-E) \quad \text{Gl. 4.4}$$

Daraus ergibt sich unter der Voraussetzung, dass alle anderen Einflussgrößen konstantgehalten werden, zwischen der Extinktion und der Staubbeladung folgender Zusammenhang:

$$E = \alpha c L \quad \text{Gl. 4.5}$$

Je nach Anwendungsfall wird unterschieden zwischen

- Qualitativen Messverfahren (Grenzwertüberwachung)
- Messverfahren zur Bestimmung der Rußzahl (Abgastrübung) und
- Quantitativen Messverfahren (Bestimmung der Staubbeladung/Massenkonzentration).

**Qualitativ arbeitende Staubmesseinrichtungen** werden zur Grenzwertüberwachung eingesetzt. Sie ermitteln lediglich die optische Transmission. Durch Kalibrierung mit einem gravimetrischen Konventionsverfahren müssen sich an der Messeinrichtung mindestens zwei Alarmschwellen frei einstellen lassen.

**Staubmesseinrichtungen zur Bestimmung der Rußzahl (Abgastrübung)** ermitteln ebenfalls nur die Transmission. Zwischen dem Grauwert der Abgasfahne und der Anzeige des Messgerätes muss dabei ein reproduzierbarer Zusammenhang bestehen. Die Messwerte werden als Rußzahl ausgegeben. (VDI 2066, Bl. 8 [40] u. DIN 51402, Teil 1 [42])

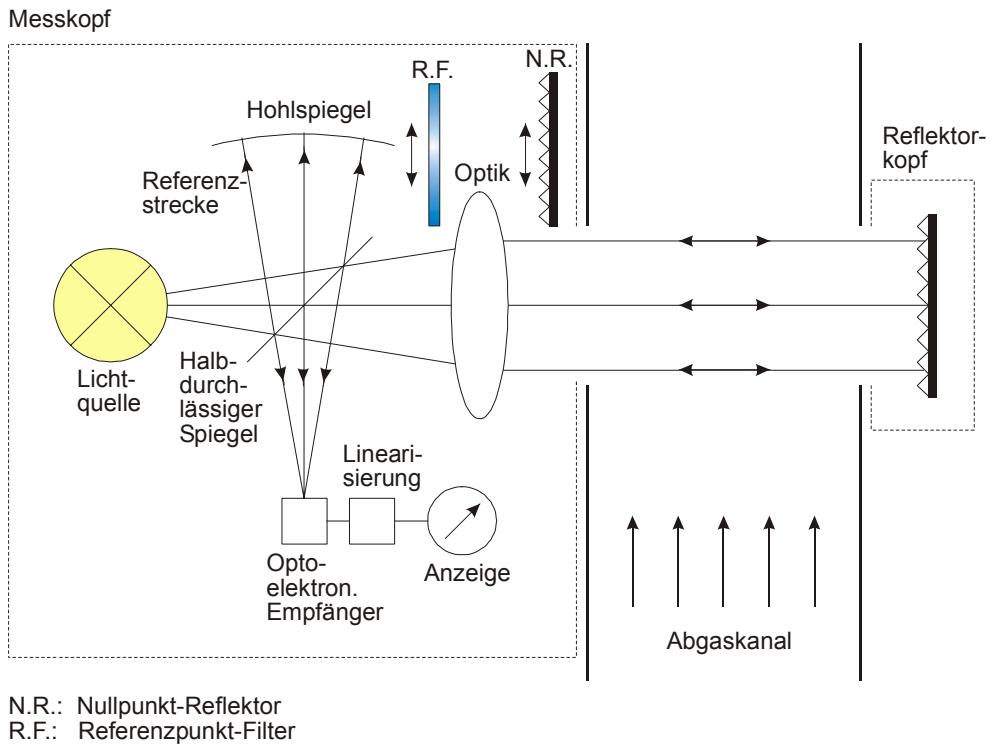
**Quantitativ arbeitende Staubmesseinrichtungen** ermitteln den Staubgehalt (Staubbeladung des Messgutes bzw. Massenkonzentration). Dazu wird aus der optischen Transmission die Extinktion mithilfe des Lambert-Beer'schen Gesetzes abgeleitet. Die Messgeräte geben das Messsignal üblicherweise in Milligramm Staub pro Betriebskubikmeter Abgas aus. Um reproduzierbare Messwerte zu erhalten muss vorausgesetzt werden, dass der zu messende Staub bezüglich seiner Korngrößenverteilung und seiner optischen Eigenschaften keinen wesentlichen Veränderungen unterliegt. Daraus folgt auch die Notwendigkeit, dass jedes einzelne Gerät am Einsatzort kalibriert werden muss.

Abb. 4.1 zeigt den schematischen Aufbau einer üblichen in-situ-Staubgehalts-Messeinrichtung. Auf der einen Seite des Abgaskanals ist der Messkopf mit Lichtquelle und optoelektronischem Empfänger angebracht. Auf der gegenüberliegenden Seite befindet sich der Reflektorkopf.

Der von der Lichtquelle ausgehende Lichtstrom wird in einen Messstrahl und einen Vergleichsstrahl geteilt (Zweistrahlverfahren). Der Messlichtstrahl durchläuft die Messstrecke zum Reflektor und zurück, der Vergleichslichtstrahl durchläuft innerhalb des Messkopfes eine staubfreie Referenzstrecke. Beide Lichtstrahlen gelangen phasenverschoben auf den Empfänger, der die Signale verarbeitet und einen der Extinktion proportionalen eingeprägten Gleichstrom liefert. Durch Einsatz des Zweistrahlverfahrens mit automatischer Kompensation wird die Messung unabhängig von äußeren Einflüssen wie z.B. Schwankungen von Betriebsparametern des Empfängers und Alterungen der optischen und elektronischen Bauteile.

Um Verschmutzungen der optischen Grenzflächen zwischen Messkopf und Abgaskanal bzw. zwischen Reflektorkopf und Abgaskanal möglichst gering zu halten, wird in die Flansche staubfreie Spülluft eingeblassen.

Gängige Messeinrichtungen verfügen über Vorrichtungen zur automatischen Nullpunkts- und Referenzpunktsüberwachung. Hierzu wird ein zweiter Reflektor im Messkopf in den Lichtweg geschwenkt, sodass der Lichtstrahl vor Erreichen des Abgaskanals reflektiert wird (Nullpunktüberwachung). Zur Überwachung des Referenzpunktes wird zusätzlich ein Filter, der eine bekannte Lichtschwächung hervorruft, eingeschwenkt.



**Abb. 4.1:** Photometrische Staubmessung in-situ (schematisch)

#### 4.1.1.2 Streulicht-Messung [85]

Beim Durchtritt durch ein staubbeladenes Gas erfährt ein Lichtstrom eine von der Staubbeladung abhängige Schwächung infolge Absorption und Streuung an den Partikeln. Neben der Lichtschwächung (Extinktion → photometrische Staubmessung) ist auch die Lichtstreuung unter gewissen Umständen für die Bestimmung der Staubbeladung von Gasen geeignet.

Die Intensität des gestreuten Lichtes ist abhängig von der Intensität, der Wellenlänge, und der Polarisation des einfallenden Lichtes, dem Winkel, unter dem das Streulicht gemessen wird, der Größe und der Form der Partikeln sowie dem Brechungsindex des Partikelmaterials. Wegen der Vielzahl der Einflussgrößen lässt sich ein einfacher formelmäßiger Zusammenhang zwischen der Staubbeladung und der Streulichtintensität nicht angeben. Experimentell wurde nachgewiesen, dass innerhalb bestimmter Grenzen zwischen beiden ein linearer Zusammenhang besteht, sofern alle anderen Einflussgrößen annähernd konstant gehalten werden.

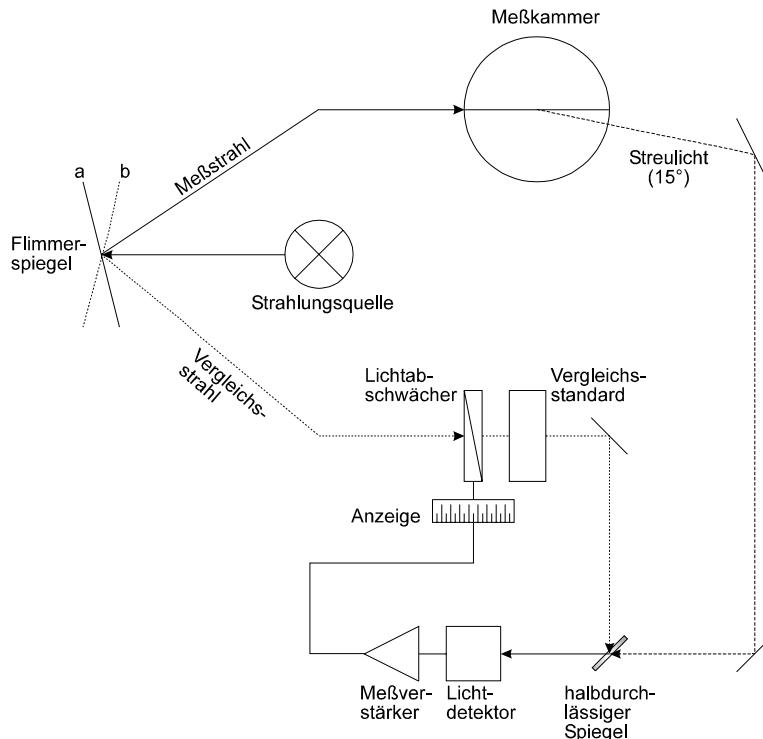
Der Linearitätsbereich ist nach unten durch den Einfluss von Störlicht und nach oben durch Mehrfachstreuung an den Partikeln begrenzt.

Ein wesentliches Merkmal des Streulicht-Messprinzips ist die optische Trennung des unter einem bestimmten Winkel (Beobachtungswinkel) auf einen Lichtdetektor auftreffenden Streulichtes vom Primär-Lichtstrahl. Dadurch wird der Messwert-Nullpunkt unabhängig von der Intensität des Primärlichtes, sodass die Nachweisempfindlichkeit im Vergleich zum Extinktions-Messprinzip erheblich gesteigert werden kann.

Viele extraktiv arbeitende Streulichtphotometer benutzen Beobachtungswinkel um 15°, da bei Partikeln, deren Abmessungen nicht klein gegen die Wellenlänge des anstrahlenden Lichtes ist, die Vorwärtsstreuung (sog. Mie-Streuung) überwiegt. Abb. 4.2 zeigt den schematischen Aufbau eines Streulicht-Photometers. Der von der Lichtquelle ausgehende Lichtstrahl gelangt über eine optische Strecke zum Flimmerspiegel. Dieser lenkt das ankommende Licht in der Stellung a als Messstrahl über eine optische Strecke in die Messkammer. Ein Teil des von dem Messgut erzeugten Streulichtes wird von einem Lichtdetektor unter einem Winkel von ca. 15° empfangen und gemessen. In der Position b lenkt der Flimmerspiegel das ankommende Licht als Vergleichsstrahl durch einen Lichtabschwächer und einen Vergleichsstandard auf den Lichtdetektor.

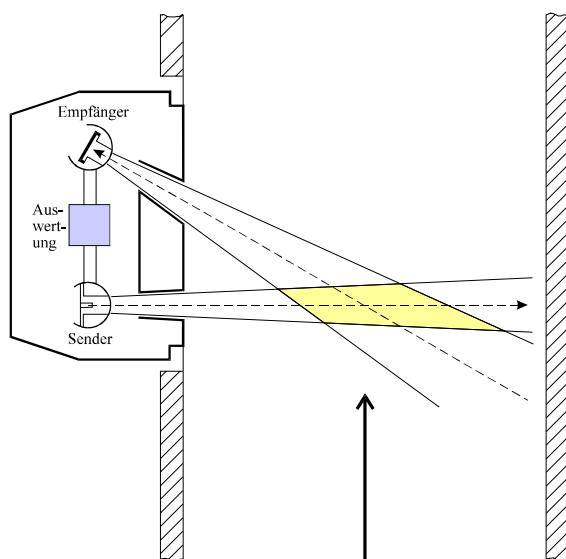
Die vom Lichtdetektor in Fall a und b erzeugten Signalströme werden in einem Messverstärker verglichen und in ein Regelsignal umgewandelt, das über den Lichtabschwächer den Vergleichsstrahl so lange verändert, bis dessen Intensität der Intensität des detektierten Streulichtes des Messgutes entspricht. In diesem kompensierten Zustand entspricht die Stellung des Lichtabschwächers dem Messsignal, das verstärkt und angezeigt wird.

Durch Einsatz des Zweistrahlverfahrens mit automatischer Kompensation wird die Messung unabhängig von äusseren Einflüssen wie z.B. Schwankungen von Betriebsparametern des Empfängers und Alterungen der optischen und elektronischen Bauteile.



**Abb. 4.2:** Streulicht-Messung, extraktives Verfahren (schematisch)

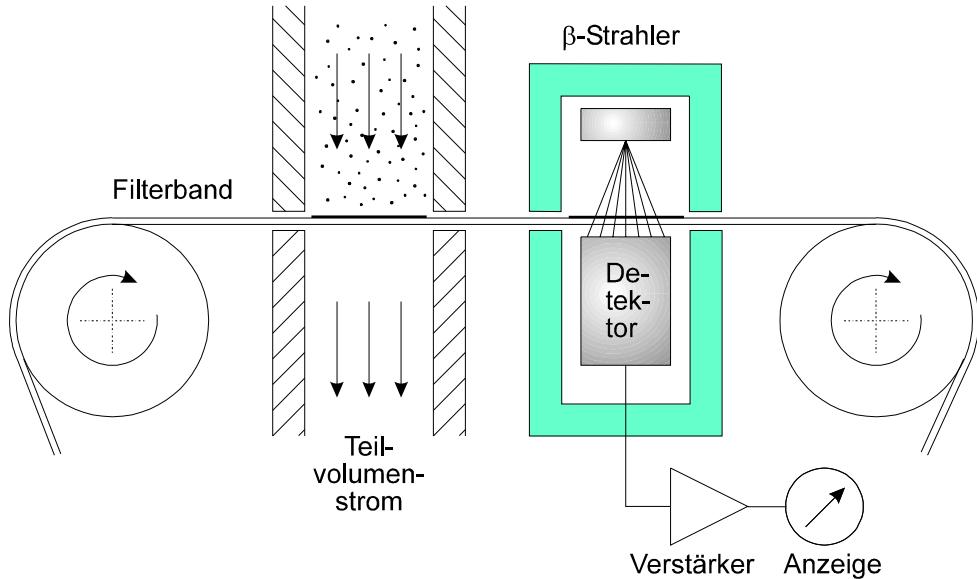
In-situ Streulichtphotometer arbeiten mit spitzen Beobachtungswinkeln. Diese Geräte können kompakt aufgebaut sein, da Empfänger und Sender zu einer Einheit zusammengefasst werden (Abb. 4.3).



**Abb. 4.3:** In-situ-Streulichtmessung (schematisch)

#### 4.1.1.3 Messung durch $\beta$ -Strahlen Absorption [85]

Bei der Staubmessung durch  $\beta$ -Strahlenabsorption wird ein Teilgasstrom isokinetisch (d.h. Geschwindigkeit der Partikeln im Teilgasstrom entspricht der Geschwindigkeit im Abgaskanal) aus dem Abgaskanal entnommen und durch ein Filterband gesaugt (Abb. 4.4). Die auf dem Filterband abgeschiedene Staubmenge wird durch die Schwächung gemessen, die eine  $\beta$ -Strahlung beim Durchtritt durch das bestaubte Filter erfährt.



**Abb. 4.4:** Staubmessung durch  $\beta$ -Strahlenabsorption (schematisch)

Als Strahlungsquelle wird künstlich hergestelltes radioaktives Material geeigneter Aktivität verwendet (z.B. die Isotope Kohlenstoff 14 oder Krypton 85). Als Detektor wird ein Geiger-Müller-Zählrohr eingesetzt. Zur Kompensation für die mit der Zeit nachlassende Aktivität des  $\beta$ -Strahlers und die variierende Schwächung der Strahlung durch das Filtermaterial werden Absorptionsmessungen vor und nach der Bestaubung des Filtermaterials vorgenommen und die Messwerte miteinander verglichen.

Da bei  $\beta$ -Staubmetern die Messobjekte auf dem Filtermaterial angereichert werden, kann die Messung nicht wirklich kontinuierlich erfolgen sondern ist in Messzyklen unterteilt. Die Dauer eines Messzyklus hängt von der Anreicherungszeit ab. Durch Verlängerung der Anreicherungszeit kann die Empfindlichkeit des Messverfahrens gesteigert werden.

#### 4.1.1.4 Staubmessung mit triboelektrischen Sensoren

Auf eine Sonde auftreffende Staubpartikel geben bei der Kollision sehr kleine elektrische Ladungen an die Sonde ab, die abgeleitet werden können. Der dabei fließende elektrische Strom kann gemessen werden. Die Stromstärke liegt bei Staubkonzentrationen zwischen 1 und 100 mg/m<sup>3</sup> im Bereich weniger pA. Die Größe des Stromsignals ist von einer Reihe von Einflussfaktoren wie Gasgeschwindigkeit, Partikeleigenschaften, wirksamer Sondenfläche und dem mittleren Teilchendurchmesser abhängig. Bei konstanten Randbedingungen besteht zwischen dem Stromsignal und der Staubkonzentration ein linearer Zusammenhang.

Eignungsgeprüfte triboelektrische Messgeräte werden für die qualitative Staubmessung (Grenzwertbetrachtung) und mit Einschränkungen für die quantitative Staubmessung (Bestimmung der Staubbeladung) eingesetzt.

#### 4.1.2 Messung gasförmiger Stoffe

Zur kontinuierlichen Erfassung gasförmiger Stoffe bedient man sich physikalischer, physikalisch-chemischer und chemischer Effekte, die die Messobjekte bei entsprechender Behandlung (wie z.B. Anregung) im Messsystem hervorrufen:

- Wechselwirkung mit elektromagnetischer Strahlung im optischen Spektralbereich (4.1.2.1 bis 4.1.2.4),
- Thermische Ionisation (4.1.2.5),
- Farbänderung bei Einleitung in eine Reagenzlösung (4.1.2.6),
- Leitfähigkeitsänderung bei Einleitung in eine Reagenzlösung (4.1.2.6),
- Wärmeerzeugung durch katalytische Oxidation (4.1.2.6),
- Ionenkonzentrationsänderung bei Einleitung in eine Pufferlösung (4.1.2.6),
- Wechselwirkung mit elektromagnetischen Feldern (4.3.1),
- Leitfähigkeitsänderung von Feststoffen (4.3.2).

##### 4.1.2.1 Photometrie mit extraktiver Probenahme

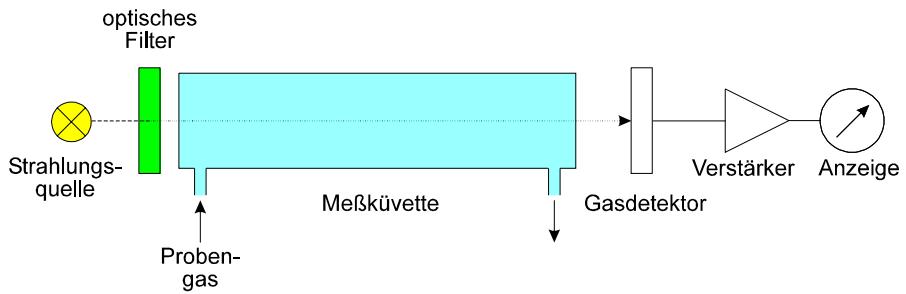
Die Wechselwirkung elektromagnetischer Strahlung im optischen Spektralbereich mit den Molekülen eines Gases ist sehr spezifisch von der Molekülstruktur abhängig. Bei Bestrahlung mit elektromagnetischen Wellen werden die Moleküle durch Aufnahme von Energie angeregt. Es kommt zur Ausbildung von charakteristischen Absorptionsbanden. Im infraroten Spektralbereich besitzen alle heteroatomigen Gase wie Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ), Kohlenmonoxid (CO), Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ) und Stickstoffmonoxid (NO) ein charakteristisches Absorptionspektrum.  $\text{SO}_2$  und NO haben ein solches auch im ultravioletten Spektralbereich.

Abb. 4.5 zeigt die einfachste denkbare Messanordnung für ein extraktiv arbeitendes Absorptions-Photometer. Durch Verwendung eines optischen Filters wird Licht eines bestimmten Wellenlängenbereiches erzeugt und durch eine vom Messgas durchströmte Küvette geleitet. Ein Teil des Lichtes wird dabei von den Schadstoffmolekülen absorbiert. Die Lichtschwächung ist daher ein Maß für die Schadstoffkonzentration. Nach Durchleuchtung der Messküvette trifft das Licht auf einen Strahlungsdetektor, dem eine elektronische Signalverarbeitung nachgeschaltet ist.

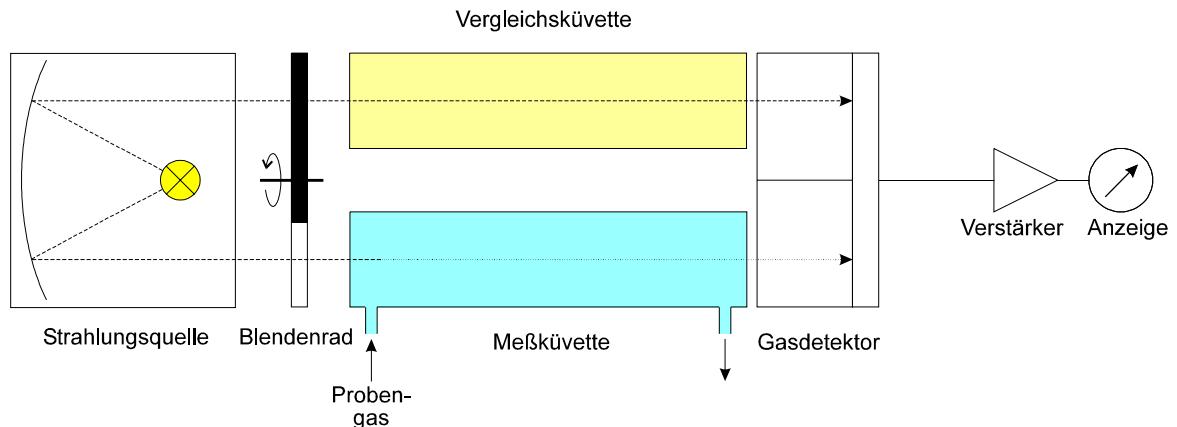
Bei dieser einfachen Anordnung führen geringste Veränderungen der Strahlungsquelle und der Empfängerempfindlichkeit zu unzulässig hohen Nullpunktsfehlern. Zur Vermeidung dieser Fehler verwenden gängige Messanordnungen entweder eine periodische Nullpunkt Korrektur oder einen Vergleichsstandard in Form eines zweiten Vergleichsfilters (Bifrequenzverfahren) oder eines Vergleichsgases (Gasfilterkorrelationsverfahren, Abb. 4.7). Dieser Vergleichsstandard kann entweder zeitlich verschoben - also gegenphasig - in den Strahlengang gebracht werden (Einstrahl-Photometer), oder er befindet sich in einem parallel geführten Vergleichsstrahlengang (Zweistrahl-Photometer).

Man unterscheidet Photometer hinsichtlich

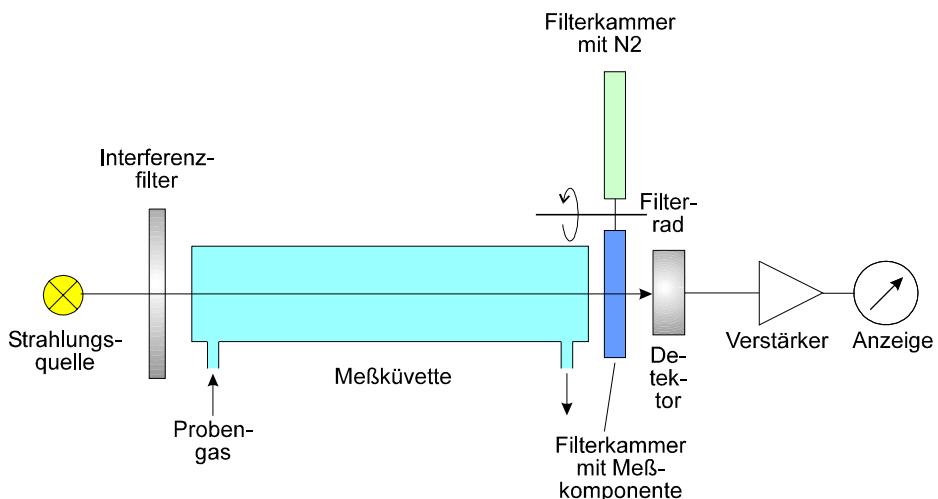
- der Art der Strahlungsquelle: IR bzw. UV-Photometer,
- der Länge der eingesetzten Küvetten: Kurzweg- bzw. Langwegküvetten,
- der Art der Nullpunkt Korrektur: Gasfilter-Korrelationsverfahren bzw. Bifrequenzverfahren,
- der Strahlungsführung: Einstrahl- bzw. Zweistrahlphotometer.



**Abb. 4.5:** Einfachste Messanordnung für ein Absorptionsphotometer (schematisch)



**Abb. 4.6:** NDIR-Photometer (schematisch)



**Abb. 4.7:** Gasfilter-Korrelationsverfahren (schematisch)

Einfache Küvetten, die linear einmal durchstrahlt werden nennt man **Kurzwegküvetten**. Die Lichtabsorption (d.h. die Empfindlichkeit eines Photometers) nimmt mit der Anzahl der absorbierenden Moleküle im Strahlengang zu. Diesen Effekt nutzt man durch die Verwendung von **Langwegküvetten**. Da wegen des Platzbedarfes eine Küvette nicht beliebig verlängert werden kann, lenkt man den Lichtstrahl am Küvettenende mit Spiegeln um, sodass er die Küvette mehrmals durchläuft. Bei einer genügend großen Anzahl von Durchläufen sind physikalische Weglängen von 20 m und mehr realisierbar.

Photometrische Gasanalysengeräte müssen auf die zu messende Komponente selektiv ansprechen, um den Einfluss von Störkomponenten im Messgut (Querempfindlichkeiten) zu minimieren. Diese Selektivität kann durch disperse Verfahren und durch nichtdisperse Verfahren erreicht werden.

**Dispersive Verfahren** zerlegen das Licht einer breitbandigen Strahlungsquelle vor der eigentlichen Messung in seine spektralen Anteile. Zur Messung werden nur die für das Messobjekt spezifischen Anteile benutzt.

Beim Bifrequenzverfahren wird z.B. zur Erzeugung des Messsignals ( $I$ ) in den Strahlengang ein Filter eingeschwenkt, das den Strahlungsanteil im Bereich der für die zu messende Komponente charakteristischen Wellenlängen passieren lässt. Eingesetzt werden Prismen-, Gitter- oder Interferenzfilter. Zur Erzeugung des Nullpunkt-signals ( $I_0$ ) wird ein zweites Filter benutzt, das einen entsprechenden Wellenlängenbereich außerhalb des charakteristischen Spektrums passieren lässt. Das Messsignal wird durch Verrechnung der beiden Messgrößen nach dem Lambert-Beer'schen Gesetz (siehe unter 4.1.1.1) gebildet.

Zur Quecksilbermessung nutzt man die Resonanzabsorption von Quecksilberatomen bei einer Wellenlänge von 253,7 nm. Quecksilber ist das einzige Metall, das bei Raumtemperatur einen für dieses Verfahren genügend hohen Dampfdruck besitzt und dessen Dampf einatomig ist. Die engbandige UV-Strahlung wird durch eine Quecksilberdampflampe erzeugt. Gemessen wird im Analysator nur der Gehalt an elementarem Quecksilber. Da Quecksilber im Abgas technischer Anlagen (z.B. Abfallverbrennungsanlagen) zum Teil in Form wasserlösliches Quecksilberionen ( $Hg^{2+}$ ) vorliegen kann, verfügen einige Analysengeräte über einen Reaktor, der  $Hg^{2+}$  in  $Hg^0$  umwandelt.

Die **nichtdispersiven Verfahren** verzichten auf spektrale Zerlegung und benutzen zur Selektivierung statt dessen andere wellenlängenselektive Systeme.

Das nicht disperse Infrarot-Verfahren (NDIR-Verfahren) nutzt zur Selektivierung einen selektiven Detektor, auf den die durch ein Blendenrad modulierte Strahlung trifft (Abb. 4.6). Basierend auf das NDIR-Verfahren können Mehrkomponenten-Messeinrichtungen aufgebaut werden. Dazu schaltet man mehrere Gasdetektoren (üblicherweise zwei) für die jeweiligen Komponenten hintereinander. Zu beachten ist dabei, dass sich die Absorptionsbanden der kombiniert zu messenden Komponenten nicht überlagern dürfen.

Das Gasfilterkorrelationsverfahren nutzt zur Selektivierung eine gasgefüllte Filterkammer, die auf einem Filterrad befestigt ist. Diese Filterkammer wird periodisch abwechselnd mit einer Öffnung des Filterrades oder einer mit Stickstoff gefüllten Filterkammer in den Strahlengang gebracht. Basierend auf das Gasfilterkorrelations-Verfahren können Mehrkomponenten-Messeinrichtungen aufgebaut werden. Dazu bestückt man das Filterrad mit Gasfiltern für mehrere Komponenten.

Zum Einsatz für beide Verfahren kommen Detektoren, die mit der zu messenden Komponente gefüllt sind (Gasdetektor). Die modulierte Strahlung erzeugt durch Absorption der charakteristischen Wellenlängenbereiche in der Empfängerkammer dabei Druckschwankungen. Die Druckunterschiede zwischen zwei Empfänger-kammerhälften werden entweder direkt über einen Membrankondensator oder über die Detektierung einer resultierenden Druckausgleichsströmung gemessen und in elektrische Signale umgewandelt.

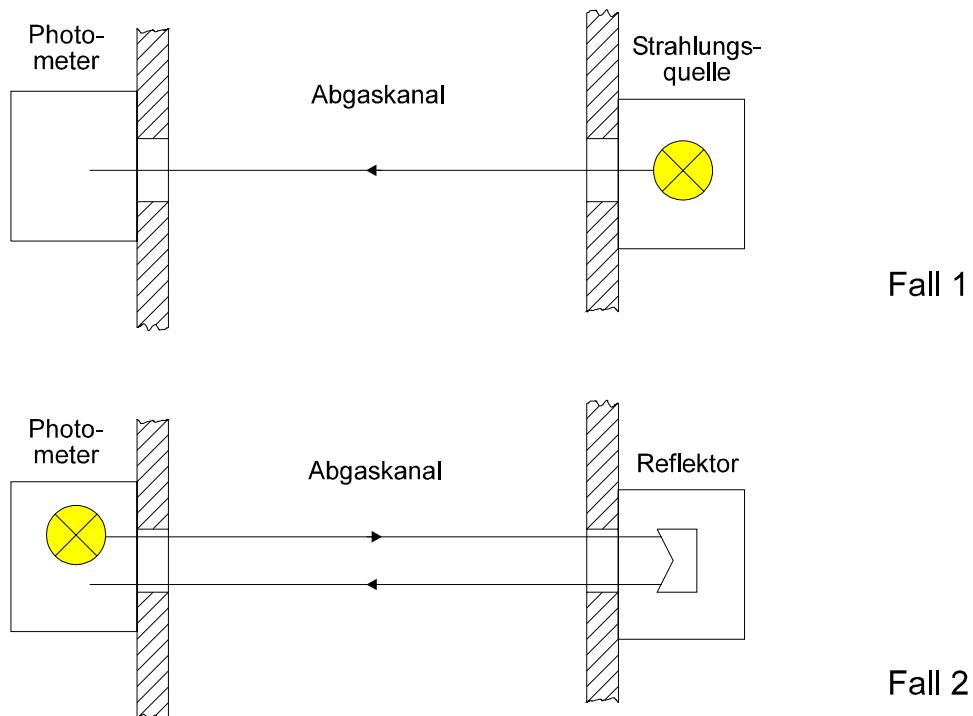
Neuerdings werden auch elektrochemische Detektoren auf Halbleiterbasis eingesetzt. Die systembedingte schlechte Langzeitstabilität solcher Detektoren wird dabei durch konstruktive Maßnahmen wie z.B. Autokalibrierung, Vorverdünnung oder Einsatz von Detektorarrays ausgeglichen. Die Lebensdauer solcher Detektoren ist begrenzt und kann durch den Einfluss von Begleitstoffen („Vergiftung“) stark herabgesetzt werden.

Beim nicht dispersiven Ultraviolett-Verfahren (NDUV-Verfahren) wird die Selektivität durch Verwendung von gasgefüllten Entladungslampen, die charakteristische Spektrallinien emittieren, erzielt.

#### 4.1.2.2 Photometrie in-situ

Bei in-situ-Photometern befindet sich die eigentliche Absorptionsmessstrecke direkt im Abgaskanal. Das Probegas muss der Messküvette daher nicht über ein Probenahmesystem zugeführt werden. Das Photometer, bestehend aus Strahlungsquelle, Detektor, Selektivierungseinrichtung und Auswerteelktronik, ist außerhalb des Abgas-kanals angebracht. Für Messungen im UV-Bereich werden zur Selektivierung Spektralgitter eingesetzt. Im IR-Bereich kommen sowohl Interferenzfilter als auch gasgefüllte Filterkammern nach dem GFC-Verfahren zur Anwendung. Üblicherweise sind in-situ-Photometer mit Filterkombinationen für mehrere gasförmige Mess-objekte und für die photometrische Staubmessung ausgerüstet.

Abb. 4.8 zeigt zwei mögliche Messanordnungen. In beiden Fällen befindet sich das eigentliche Photometer auf einer Seite des Abgaskanals. Auf der gegenüberliegenden Seite ist entweder die Strahlungsquelle (Fall 1) oder ein Retroreflektor (Fall 2) angebracht. Im zweiten Fall durchläuft der Lichtstrahl die Messstrecke zweimal. In beiden Fällen müssen die optischen Grenzflächen zwischen Photometer bzw. Strahlungsquelle oder Reflektor und dem Abgaskanal wie bei der photometrischen Staubmessung (siehe unter 4.1.1.1) durch einen Luftvorhang vor Verschmutzung geschützt werden.



**Abb. 4.8:** Verschiedene in-situ-Photometeranordnungen

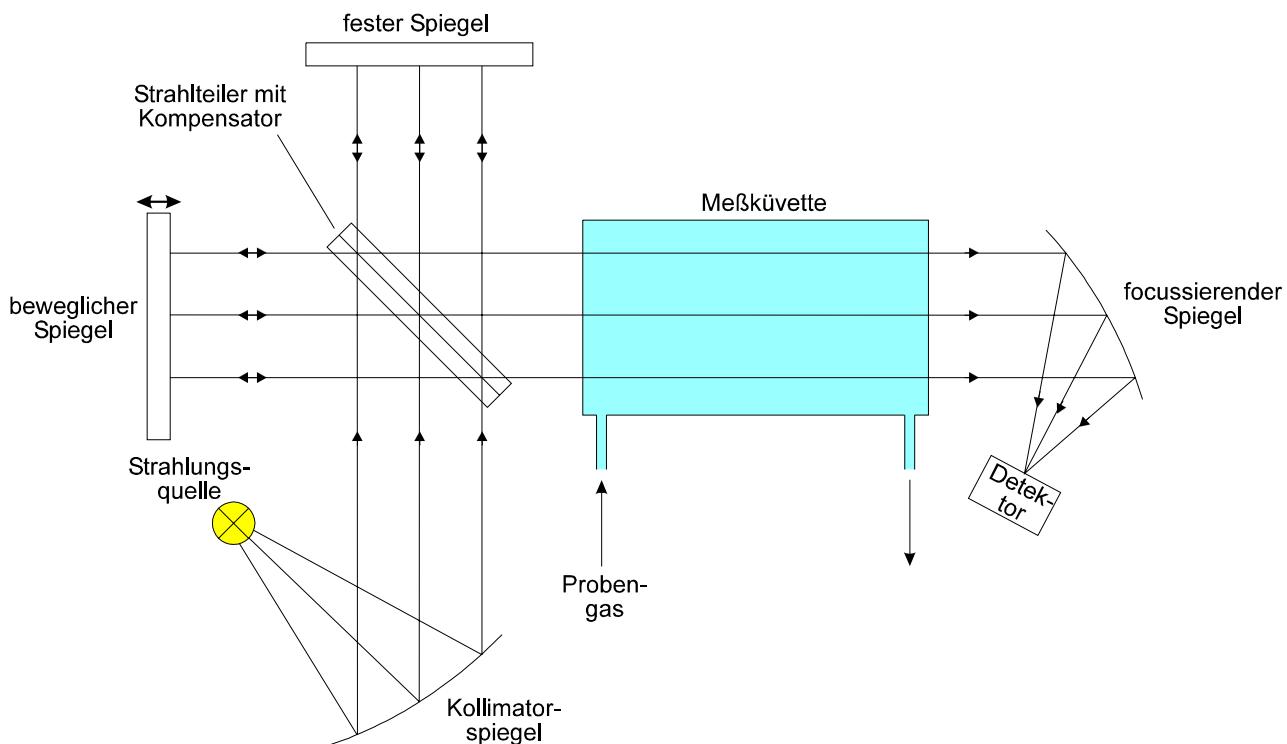
#### 4.1.2.3 FTIR-Spektroskopie [46, 82]

Infraraktive Gase wie z.B. CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, HCl, H<sub>2</sub>O können simultan mithilfe der Fourier-Transform-IR-Spektroskopie (FTIR-Spektroskopie) gemessen werden. Die Aufnahme des Absorptions-Spektrums erfolgt dabei im Unterschied zur klassischen Spektroskopie nicht über disperse Elemente wie Gitter oder Prismen, sondern über eine Interferometeranordnung.

Die meisten FTIR-Spektrometer basieren auf dem Michelson-Interferometer, das die Funktion eines Monochromators übernimmt. Die Strahlung fällt auf einen Strahlteiler, der 50 % der Strahlung reflektiert und 50 % transmittiert. Reflektierter und transmittierter Strahl fallen auf zwei senkrecht zueinander stehende Spiegel und werden auf den Strahlteiler zurück reflektiert. Der Strahlteiler rekombiniert die beiden reflektierten Strahlen zu einem. Der rekombinierte Strahl wird durch eine Küvette, die mit Messgut gespült wird geleitet und dann auf einen IR-Detektor fokussiert.

Durch kontinuierliche Verschiebung des einen Spiegels gegenüber dem Strahlteiler entstehen Differenzen der optischen Weglänge, die die beiden Strahlen auf dem Weg zum Strahlteiler zurücklegen müssen. Diese Differenz (Gangunterschied des Interferometers) bewirkt eine Interferenz im rekombinierten Strahl, durch die prinzipiell die Kodierung entsteht. Durch die Verschiebung ist das Interferenzsignal (örtliche Intensitätsverteilung) variabel (Interferogramm). Das Interferogramm enthält damit die gesamte Information über das Spektrum in verschlüsselter Form. Durch die Absorption der modulierten IR-Strahlung in der Messküvette enthält das Interferogramm alle spektralen Informationen gleichzeitig.

Das aufgenommene Interferogramm wird anschließend einer mathematischen Fourier-Transformation in das IR-Spektrum (Demodulation) unterzogen. Durch Vergleich des aufgezeichneten IR-Spektrums mit einem Referenzspektrum kann das FTIR-Spektrometer abhängig vom Softwarestand eine Vielzahl IR-aktiver Messobjekte quantitativ nachweisen.



**Abb. 4.9:** FTIR-Spektrometer mit Michelson-Interferometeranordnung (schematisch)

#### 4.1.2.4 Chemolumineszenz-Verfahren [52]

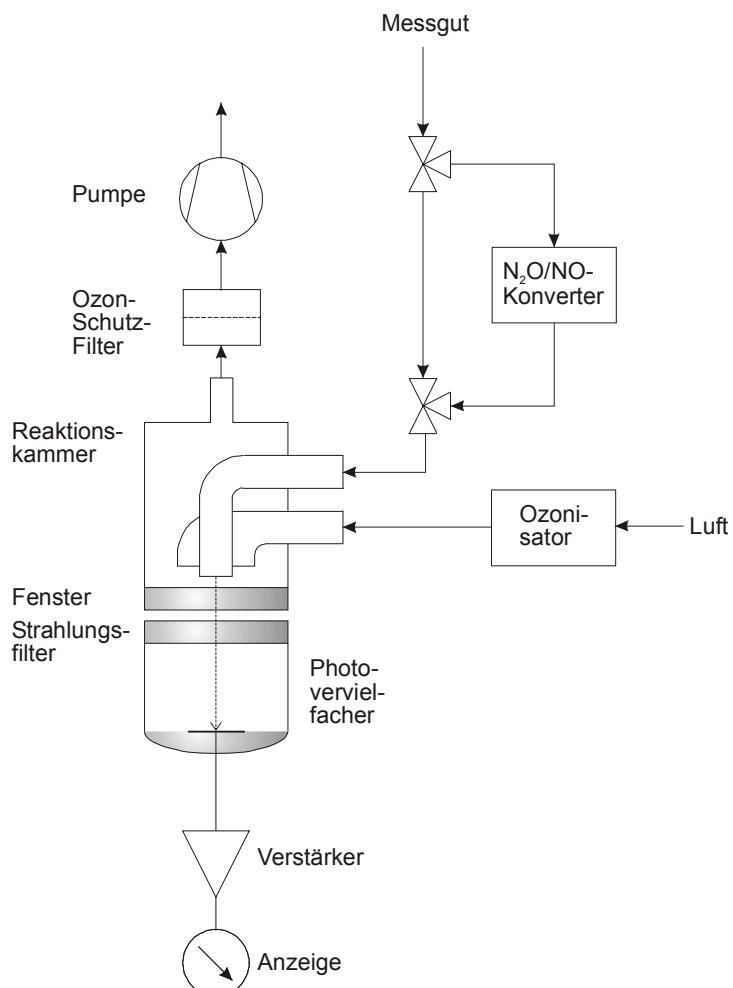
Bei einigen chemischen Reaktionen entsteht eine charakteristische Strahlung, die sogenannte Chemolumineszenz. Die Intensität dieser Chemolumineszenz ist bei konstanten Reaktionsbedingungen dem Massenstrom des Messobjektes im Messgut proportional, wenn das zur Reaktion benötigte Hilfsgas im Überschuss vorhanden ist.

Zur Bestimmung der NO-Konzentration kann die bei der Oxidation von Stickoxid-Molekülen mit Ozon auftretende Chemolumineszenz genutzt werden:  $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2 + \text{hv}$ . Das Intensitätsmaximum der Chemolumineszenz liegt bei einer Wellenlänge von 1,2  $\mu\text{m}$ .

Die Chemolumineszenzmessung findet in einer Reaktionskammer statt (Abb. 4.10). In diese Kammer strömt Luft, die vorher über einen Ozonisator geleitet wurde. Die teilweise Umwandlung des Luftsauerstoffs in Ozon geschieht durch elektrische Entladung (Lichtbogen) oder durch UV-Bestrahlung. Durch eine weitere Öffnung wird dem Reaktionsraum ein konstanter Probegasstrom (Messgut) zugemischt. Am Ausgang der Reaktionskammer befindet sich zur Vermeidung von Umweltbelastungen ein Ozonfilter. Die Chemolumineszenz wird nach optischer Filterung mit einem Photoelektronen-Vervielfacher (Photomultiplier) gemessen. Ein stabiler Messeffekt erfordert eine thermostasierte Reaktionskammer mit konstantem Innendruck.

Zur Bestimmung von Stickstoffdioxid-Konzentrationen kann das Probegas vor der Analyse über einen thermokatalytischen Konverter geleitet werden, der  $\text{NO}_2$  zu NO reduziert [51]:

- Betrieb ohne Konverter  $\Rightarrow \text{NO-Messung}$
- Betrieb mit Konverter  $\Rightarrow \text{NO}_x\text{-Messung}$
- Differenz aus  $\text{NO}_x$ - und NO-Messung  $\Rightarrow \text{NO}_2\text{-Konzentration}$



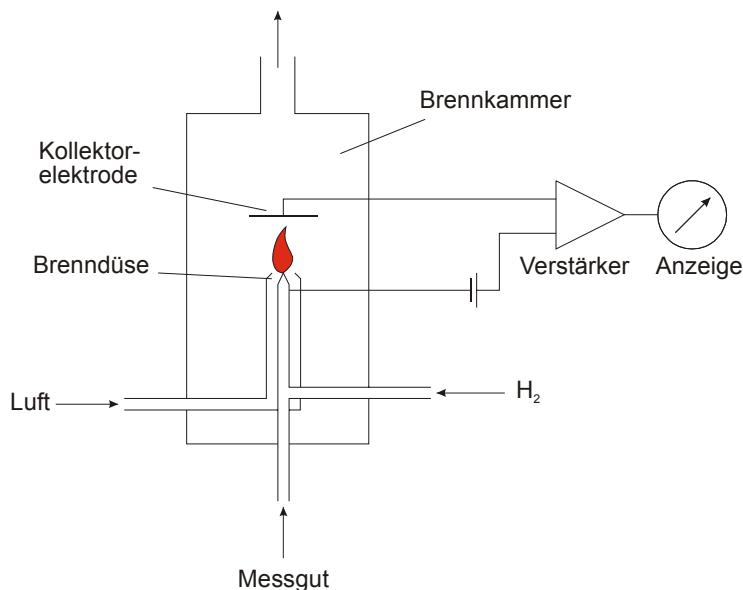
**Abb. 4.10:** Chemolumineszenz-Messanordnung (schematisch)

#### 4.1.2.5 Flammenionisations-Messung [69]

Organische Kohlenstoffverbindungen sind im Vergleich zu anorganischen Verbindungen in einer Wasserstoffflamme leicht ionisierbar. Die dabei entstehende Ionenwolke wird in einer Ionisationskammer durch Anlegen eines elektrischen Feldes über Elektroden abgesaugt und erzeugt einen elektrischen Strom. Dieser Strom ist über viele Größenordnungen annähernd proportional zum zugeführten Massenstrom organisch gebundener Kohlenstoffatome. Dabei besteht eine geringe Abhängigkeit von der strukturellen Bindung der C-Atome im jeweiligen Molekül.

In die Brennkammer des Flammenionisationsdetektors (FID) strömt reiner Wasserstoff aus einer Düse. Der Wasserstoff kann aus Druckgasflaschen entnommen oder mit einem Wasserstoffentwickler elektrolytisch erzeugt werden. Durch einen Ringspalt um die Düse wird der Kammer Luftsauerstoff zugeführt. Nach elektrischer Zündung brennt gleichmäßig eine Wasserstoffflamme, die bei Abwesenheit organischer Kohlenstoffverbindungen im Messgut nur eine geringe Ionendichte liefert (Null-Wert). Die zum Absaugen der Ionenwolke benötigten Elektroden sind in Flammennähe angeordnet. Als eine der Elektroden kann, wie in Abb. 4.11 dargestellt, die Brenndüse selbst verwendet werden. Bei genügend hoher elektrischer Spannung gelangen alle Ladungsträger auf die Elektroden, das heißt, es fließt der Sättigungsstrom. Dieser wird von einem empfindlichen Gleichstromverstärker auf die gewünschte Signalstärke angehoben. Gleichzeitig wird der Nullwert kompensiert. Die absolute Messempfindlichkeit hängt vom Material der Brenndüse und der Detektorgeometrie ab. Zur kontinuierlichen Messung sind Temperatur und Druck des Probegases konstant zu halten.

Die FID-Messung liefert ein nicht selektives Summenmesssignal für organisch gebundenen Kohlenstoff. Das Messsignal ist in erster Näherung proportional zur Anzahl der detektierten Kohlenstoffatome (z.B. bei Kohlenwasserstoffen). Werden vorrangig Kohlenwasserstoffe mit Heteroatomen detektiert, kann die Detektorempfindlichkeit abweichen. Bei bekannter Messgutzusammensetzung (z.B. bei Lösemitteldämpfen) kann diese abweichende Empfindlichkeit durch einen Response-Faktor für das entsprechende Messobjekt berücksichtigt werden.



**Abb. 4.11:** Flammenionisationsdetektor/FID (schematisch)

#### **4.1.2.6 Weniger gebräuchliche Messverfahren**

Konduktometrie, Kolorimetrie, Wärmetönungs-Messung und Potentiometrie sind Messverfahren, die bei der kontinuierlichen Emissionserfassung nur noch selten zur Anwendung kommen.

Bei dem konduktometrischen Messprinzip wird das Probegas in ein geeignetes flüssiges Reagenz eingeleitet und die Leitfähigkeitsänderung nach erfolgter Reaktion der Flüssigkeit mit dem Gas gemessen.

Bei dem kolorimetrischen Messprinzip wird das Probegas ebenfalls mit einem geeigneten Reagenz in Verbindung gebracht und die Farbänderung des Reagenzes photometrisch erfasst.

Bei der Wärmetönungs-Messung wird die Wärme (Temperaturanstieg) gemessen, die bei der exothermen katalytischen Oxidation brennbarer Gaskomponenten freigesetzt wird. Die Oxidation findet an der Oberfläche eines auf eine geeignete Temperatur aufgeheizten Katalysators statt.

Bei dem potentiometrischen Messverfahren wird das Probegas in eine gepufferte Elektrolytlösung eingeleitet und die durch die Messkomponente veränderte Ionenkonzentration mit Hilfe einer ionensensitiven Elektrodenkette gemessen.

## 4.2 Diskontinuierliche Messungen

Bei allen diskontinuierlichen (manuellen) Messverfahren wird aus dem Abgasstrom ein Teilvolumenstrom entnommen (extraktive Probenahme). Die im Teilvolumenstrom (Messgut) enthaltenen Messobjekte werden bei den meisten Messverfahren an bzw. in geeigneten Sammelphasen angereichert. Durch Variation der Beprobungsdauer (Anreicherungszeit) und des Teilvolumenstromes kann die Nachweisgrenze der eingesetzten Messverfahren beeinflusst werden.

Die Probenahmeeinrichtungen werden vor der Probenahme zusammengestellt und montiert. Dadurch kann durch Variation einzelner Bauteile auf die besonderen Anforderungen des eingesetzten Messverfahrens und der Probenahmestelle eingegangen werden. Vor und nach der Beprobung muss die Probenahmeeinrichtung auf Undichtigkeiten untersucht werden.

Bestandteil der Messung ist die Erzeugung von mindestens einem Blindwert. Dazu werden alle Arbeitsschritte durchgeführt, die bei einer realen Beprobung erforderlich sind. Im Unterschied zur realen Beprobung wird die Probenpumpe nicht oder nur kurz eingeschaltet. Eine Variante zur Blindwerterzeugung ist das Ansaugen von gereinigter Luft durch die Probenahmeeinrichtung. Der Blindwert wird mit den anderen Proben der Analyse zugeführt.

### 4.2.1 Manuelle Messung der Staubbeladung und Bestimmung der Staubinhaltsstoffe (Halbmetalle und Metalle)

Zur manuellen Messung der Staubbeladung in geführten Quellen stehen zwei Messverfahren zur Verfügung:

- Messung geringer Staubgehalte mit Planfilterkopfgeräten nach VDI 2066, Bl. 7 [39] bzw. DIN EN 13284, Teil 1 [41]
- Messung höherer Staubgehalte mit Filterkopfgeräten nach VDI 2066, Bl. 2 [35]

Beide Messverfahren beruhen auf der isokinetischen (geschwindigkeitsgleichen) Entnahme des Messgutes aus dem Abgasstrom und der Abscheidung der Partikeln auf einem Filterelement. Die isokinetische Probenahme ist notwendig, um Entmischungerscheinungen (die z.B. aufgrund unterschiedlicher Dichten von Gas und Feststoffen auftreten können) zu vermeiden (siehe unter 2.3.3).

Das Messgut wird über eine Entnahmesonde, die im Abgaskanal gegen die Strömungsrichtung des Abgases ausgerichtet wird, angesaugt. Die Kondensation von Wasser aus dem meist feuchten Messgut vor dem Filterelement muss sicher vermieden werden. Dies kann durch zwei Verfahren erreicht werden:

#### In-Stack-Probenahme:

Alle messgutführenden Teile der Probenahmeapparatur einschließlich der Abscheideeinrichtung für Partikel befinden sich im Abgaskanal und werden durch das Abgas beheizt (siehe Abb. 4.12). Voraussetzung dafür ist, dass die Abgastemperatur ausreichend hoch über der Taupunktstemperatur des Abgases liegt (normalerweise ist eine Temperaturdifferenz von 20 °C ausreichend). Die Abmessungen des Abgaskanales müssen ausreichend groß sein, damit das im Kanal angeordnete Filtergehäuse die Strömungsverhältnisse nicht nachteilig beeinflusst. Die Anordnung der Abscheideeinrichtung direkt nach der Absaugsonde ist anzustreben, um Staubablagerungen in Teilen der Probenahmeapparatur vor der Abscheideeinrichtung zu minimieren.

#### Out-Stack-Probenahme:

Nach der Absaugsonde wird ein 90°-Krümmer angebracht. Das Messgut wird über ein beheizbares Absaugrohr der Abscheideeinrichtung für Partikel zugeführt. Die Abscheideeinrichtung liegt außerhalb des Abgaskanals und kann ebenfalls beheizt werden. Die Temperatur der messgutführenden Teile der Probenahmeapparatur bis zur Abscheideeinrichtung wird so gewählt, dass Kondensation sicher vermieden wird. In der Praxis ist für die meisten Messaufgaben ein Temperaturniveau von ca. 150 °C ausreichend. Sind höhere Temperaturen erforderlich wird in der Regel die Temperatur ca. 20 °C oberhalb der Abgastemperatur gewählt. Die Beheizung erfolgt entweder elektrisch oder mittels Heißluftgebläse. In seltenen Fällen kann auch eine Kühlung des Absaugrohres erforderlich sein.

Die Absaugsonden müssen festgelegten geometrischen Rahmenbedingungen entsprechen. Es ist möglich, die Probenahme teilweise zu automatisieren. Durch Regelung des abgesaugten Teilvolumenstromes über kontinuierlich ermittelte Strömungsverhältnisse wird die Absauggeschwindigkeit der am Messpunkt herrschenden Strömungsgeschwindigkeit angepasst. Probenahmeeinrichtungen mit Nulldrucksonden vergleichen den statischen Druck im Sondeninneren mit dem statischen Druck im Abgaskanal und regeln die Absauggeschwindigkeit solange automatisch nach, bis beide Drücke identisch sind [86].

Als Abscheideeinrichtung für Partikel wird für die Messung geringer Staubgehalte nach VDI 2066, Bl. 7 bzw. DIN EN 13284-1 ein Planfilter verwendet. Die Filterdurchmesser für die In-Stack-Probenahme liegen bei ca. 50 mm und die Filterdurchmesser für die Out-Stack-Probenahme zwischen 50 und 150 mm.

Für die Messung höherer Staubgehalte wird ein Filterkopfgerät verwendet. Es enthält als Abscheideeinrichtung eine mit Quarzwatte gestopfte Filterhülse. Die Nachweisgrenze des Verfahrens (ca. 2 mg absolut) kann durch Nachschalten eines Planfilters erniedrigt werden.

Die üblichen Messgutvolumenströme liegen zwischen 2 und 4 m<sup>3</sup>/h. Größere Staubprobenahmeeinrichtungen können mit bis zu 12 m<sup>3</sup>/h beaufschlagt werden.

Zur Abscheidung filtergängiger Staubinhaltsstoffe kann nach der Abscheideeinrichtung (Out-Stack-Probenahme) bzw. nach einem beheizten Absaugrohr (In-Stack-Probenahme) vom Messgas ein Teilgasstrom abgezweigt und über ein Absorptionssystem (z.B. Frittenwaschflaschen) geleitet werden. Der maximale Volumenstrom beträgt ca. 0,2 m<sup>3</sup>/h.

Die Absaugung erfolgt mittels Vakuumpumpen oder Seitenkanalgebläsen. Das abgesaugte Gasvolumen wird entweder nach Trocknung (z.B. über eine Blaugelvorlage) mit einem Gasvolumenmessgerät -trockene Bauart- oder ohne Trocknung mit einem Gasvolumenmessgerät -nasse Bauart- gemessen. Zur späteren Normierung des abgesaugten Gasvolumens werden Temperatur und Druck am Gasmengenmesser erfasst. Zur Einstellung des für die isokinetische Absaugung erforderlichen Volumenstromes ist ein Durchflussmessgerät (z.B. Schwebekörperdurchflussmesser, Messblende) hilfreich.

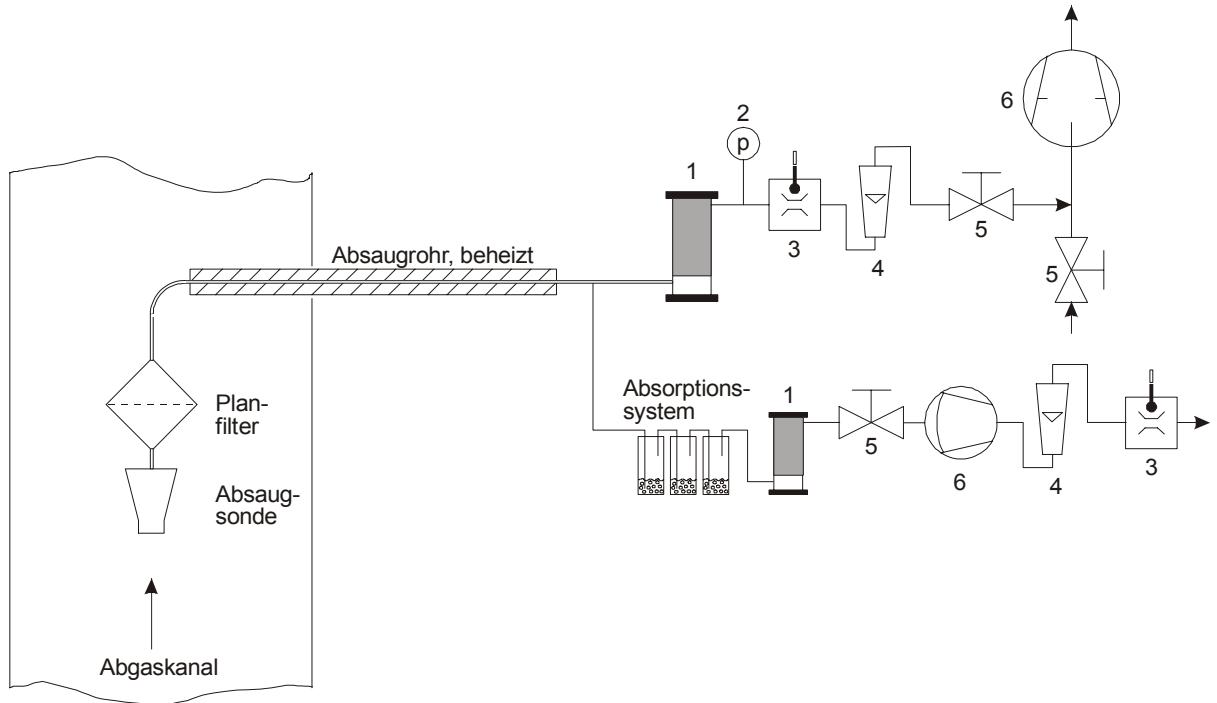
Sämtliche Teile der Probenahmeapparatur müssen aus korrosionsbeständigen und in Bezug auf das Messgut wechselwirkungsarmen Materialien (z.B. Titan, Laborglas usw.) gefertigt sein und vor der Probenahme gemäß den Anleitungen in den entsprechenden Messvorschriften gereinigt werden.

Vor und nach der Beprobung werden die eingesetzten Abscheideelemente (Planfilter und/oder Hülse) ausgeheizt und im Exsikkator oder im klimatisierten Wägeraum äquilibriert. Danach werden die Abscheideelemente gewogen. Die Ausheizdauer beträgt jeweils zwei Stunden und die Temperatur wird um ca. 20 °C über der erwarteten Abgastemperatur gewählt. Dabei haben sich 150 °C als ausreichend für die meisten Einsatzfälle erwiesen. Es kann erforderlich sein, dass wegen thermischer Unbeständigkeit des abgeschiedenen Staubes die Ausheiztemperatur der beladenen Filter begrenzt werden muss, insbesondere wenn diese danach auf Staubinhaltsstoffe untersucht werden sollen.

Werden die Staubinhaltsstoffe mitbestimmt, dann werden die Abscheideelemente nach der Rückwägung aufgeschlossen und zusammen mit den Absorptionslösungen im Labor analysiert. Aus einer Probe können so die Bestandteile an Metallen, Halbmetallen und ihrer Verbindungen analysiert werden wie z.B. (Auswahl aus VDI 3868 Blatt 1[44]):

- Antimon (Sb)
- Arsen (As)
- Barium (Ba)
- Beryllium (Be)
- Blei (Pb)
- Cadmium (Cd)
- Chrom (Cr)
- Kobalt (Co)
- Kupfer (Cu)
- Nickel (Ni)
- Selen (Se)
- Thallium (Tl)
- Vanadium (V)
- Zink (Zn)

Die Analyse auf Quecksilber (Hg) erfordert eine andere Absorptionslösung und ein anderes Aufschlussverfahren der Filter (Kaltaufschluss) [45]; [64]. Für die Quecksilberbestimmung muss deshalb eine getrennte Probenahme durchgeführt werden. Die Materialien der Probenahmeapparatur müssen sorgfältig ausgewählt werden, da Quecksilber mit vielen Metallen zu Amalgambildung neigt.



- 1: Trockenturm
- 2: Manometer
- 3: Gasvolumenmessgerät (trocken) mit Thermometer
- 4: Durchflussmessgerät (Schwebekörperdurchflussmesser)
- 5: Regelventil
- 6: Vakuumpumpe

**Abb. 4.12:** Beispiel einer Staubprobenahmeeinrichtung mit Planfilterkopfgerät (in-stack) und Absorptionssystem für filtergängige Staubinhaltstoffe

#### 4.2.2 Bestimmung der Massenkonzentration von polychlorierten Dibenzodioxinen und polychlorierten Dibenzofuranen PCDD/PCDF

Für die Probenahme zur Bestimmung von PCDD/PCDF gemäß DIN EN 1948-1 „Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Massenkonzentration von PCDD/PCDF – Teil 1: Probenahme“ [43] stehen prinzipiell drei Probenahmevarianten zur Verfügung (Abb. 4.13 bis 4.15):

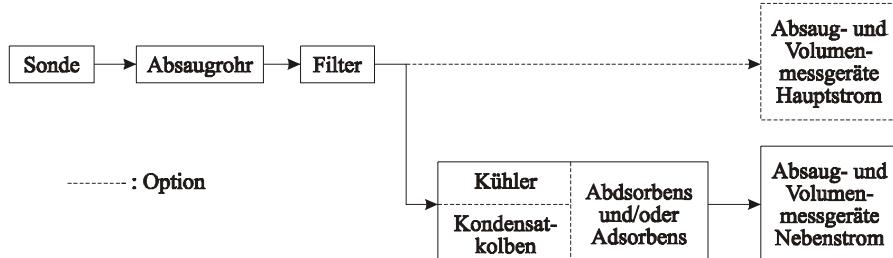
- a) Filter/Kühler-Methode
- b) Verdünnungsmethode
- c) Gekühltes-Absaugrohr-Methode

Die Probenahme beruht analog zur Staubprobenahme (siehe unter 4.2.1) auf der isokinetischen Entnahme des Messgutes aus dem Abgasstrom. Die PCDD/PCDF, die auf den Partikeln adsorbiert sind bzw. sich in der Gasphase befinden, werden in der Probenahmeapparatur gesammelt und angereichert. Als Sammeleinheit kann eine Kombination aus Filter, Kondensatkolben und Feststoff- oder Flüssigadsorbens entsprechend dem ausgewählten Probenahmesystem dienen. Die Probenahmeapparatur muss in Bezug auf das Messgut aus wechselwirkungsarmen Materialien (z.B. Titan, Quarz, Glas) gefertigt sein.

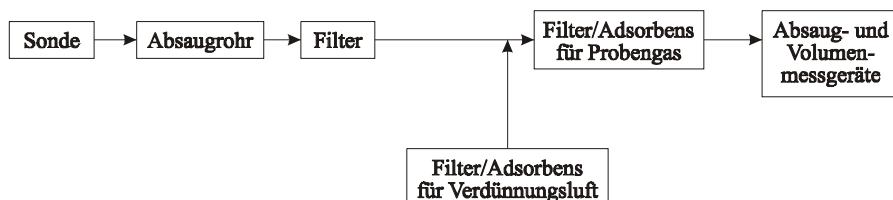
Die Hauptsammeleinheiten werden vor der Probenahme mit  $C_{13}$ -markierten PCDD/PCDF dotiert, um die Probenahme-Wiederfindungsrate der Kongenere zu bestimmen. Vor der Hauptsammeleinheit muss das Messgut gekühlt werden (Methode a und c:  $t < 20^\circ\text{C}$ ; Methode b:  $t < 40^\circ\text{C}$ ), um die Messobjekte zu stabilisieren.

Um die abgeschiedenen PCDD/PCDF nach der Probenahme aus dem Probengut zu isolieren, wird eine Extraktion mit einem geeigneten Lösemittel (z.B. Toluol) durchgeführt. Filter, Adsorbenzien und ggf. Teile der Probenahmeapparatur werden üblicherweise durch Extraktion nach Soxhlet, das Kondensat durch Flüssigextraktion isoliert. Die Extrakte werden üblicherweise mit Hilfe von Mehrsäulenchromatographie-techniken aufgereinigt.

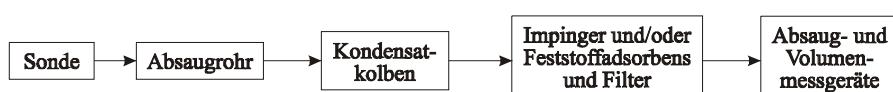
Die Trennung der PCDD/PCDF erfolgt unter Verwendung der Gaschromatographie (GC) bzw. der Flüssigkeitschromatographie (HPLC). Zur Identifizierung und zur Quantifizierung wird die hochauflösende Massenspektrometrie (HRMS) in Kombination mit dem Isotopenverdünnungsverfahren eingesetzt.



**Abb. 4.13:** PCDD/PCDF-Probenahme nach der Filter/Kühler-Methode (schematisch)



**Abb. 4.14:** PCDD/PCDF-Probenahme nach der Verdünnungsmethode (schematisch)



**Abb. 4.15:** PCDD/PCDF-Probenahme nach der Gekühltes-Absaugrohr-Methode (schematisch)

#### 4.2.3 Manuelle Verfahren zur Bestimmung anorganischer Verbindungen

##### Probenahme durch Anreicherung (Absorption)

Anorganische gasförmige Chlor- und Fluorverbindungen sowie Schwefeloxide ( $\text{SO}_2$  und  $\text{SO}_3$ ) und basische Stickstoffverbindungen können durch Anreicherung in flüssigen Phasen (Absorption) gesammelt werden.

**Tabelle 4.1** Absorptionslösungen zur Anreicherung von Messobjekten

Messobjekt	geeignete Absorptionslösung	Richtlinie
Anorganische gasförmige Chlorverbindungen	$\text{H}_2\text{O}$ oder $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{NaHCO}_3$ -Lösung	[60]
Anorganische gasförmige Fluorverbindungen	$\text{H}_2\text{O}$ oder $\text{NaOH}$ -Lösung oder $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{NaHCO}_3$ -Lösung	[59]
Schwefeloxide	Wasserstoffperoxidlösung Jodlösung	[47; 50] [48]
Schwefelwaserstoff	schwefelsaure $\text{H}_2\text{O}_2$ -Lösung Cadmiumacetat-Lösung	[61] [62]
basische Stickstoffverbindungen (z.B. $\text{NH}_3$ )	0,05 M Schwefelsäure	[63]

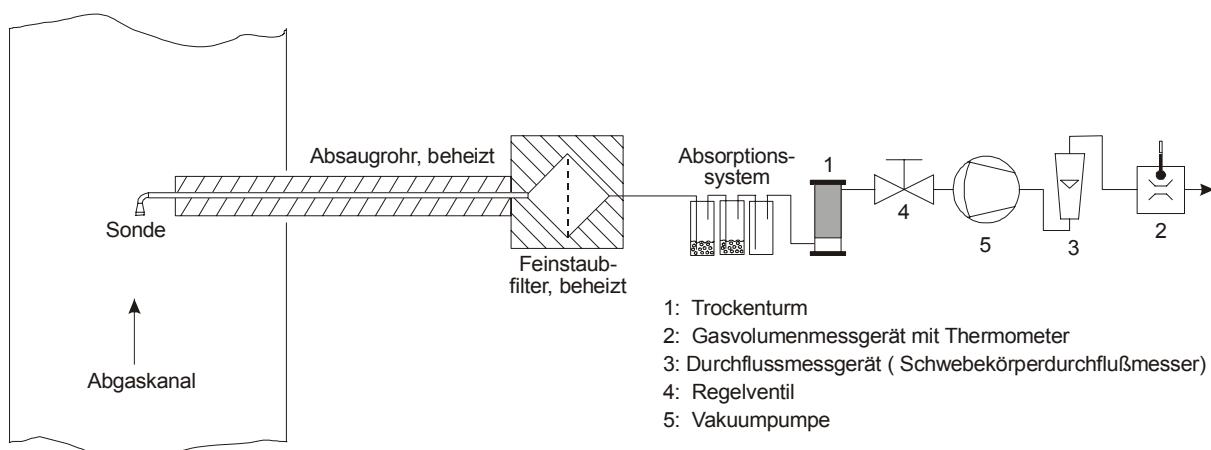
Das Messgut wird dem Abgasstrom über ein Absaugrohr entnommen. Das Absaugrohr muss in Bezug auf das Messgut aus wechselwirkungsarmem Material gefertigt sein (z.B. Laborglas bzw. Quarz). Bevor das Messgut durch das Absorptionssystem geleitet wird, werden partikelförmige Bestandteile an einem Filter abgeschieden. Kondensationseffekte vor dem Absorptionssystem werden durch Beheizung des Probegasweges und des Filters vermieden. Für die  $\text{HCl}$ -Probenahme beträgt die Temperatur vereinbarungsgemäß min.  $150^\circ\text{C}$ , und soll ca.  $20^\circ\text{C}$  über der Abgastemperatur liegen.

Das Absorptionssystem besteht aus mindestens zwei hintereinandergeschalteten Gaswaschflaschen. Zum Einsatz kommen Muencke-, Fritten- oder Impingerwascheinsätze. Üblicherweise wird hinter die Gaswaschflaschen eine weitere (ungeföllte) Waschflasche zur Kondensatabscheidung eingebaut. Ein Beispiel für eine Probenahmeeinrichtung zeigt Abb. 4.16. Besteht die Gefahr, dass die Messobjekte im Abgasstrom aerosolförmig auftreten, ist eine isokinetische Probenahme (siehe unter 2.3.3) erforderlich.

Nach der Probenahme werden die Absorptionslösungen im Labor analysiert. Ist der Absorptionsgrad des Messverfahrens nicht bekannt, dann können die Absorptionslösungen der hintereinandergeschalteten Waschflaschen getrennt analysiert werden. Die Durchlassrate der ersten Waschflasche soll dabei nicht mehr als 20 % betragen.

Abhängig vom Messobjekt können folgende Analysenmethoden zum Einsatz kommen:

- Titration
- potentiometrische Titration
- photometrische Bestimmung
- Analyse mit ionensensitiven Elektroden
- Ionenchromatographie



**Abb. 4.16:** Einrichtung für die Probenahme (anorganischer) gasförmiger Stoffe durch Absorption

### Probenahme ohne Anreicherung (Gassammelgefäß)

Für die Probenahme zur manuellen Messung von Stickstoffoxiden werden Gassammelgefäß verwendet [53, 54]. Bewährt haben sich Gassammelgefäß aus Glas mit einem Volumen von 0,5 bis 1,5 l, die mit PTFE-Hähnen und einer Verschraubung, an die ein Septum angeschlossen werden kann, bestückt sind.

Für die Probenahme stehen zwei Varianten zur Verfügung.

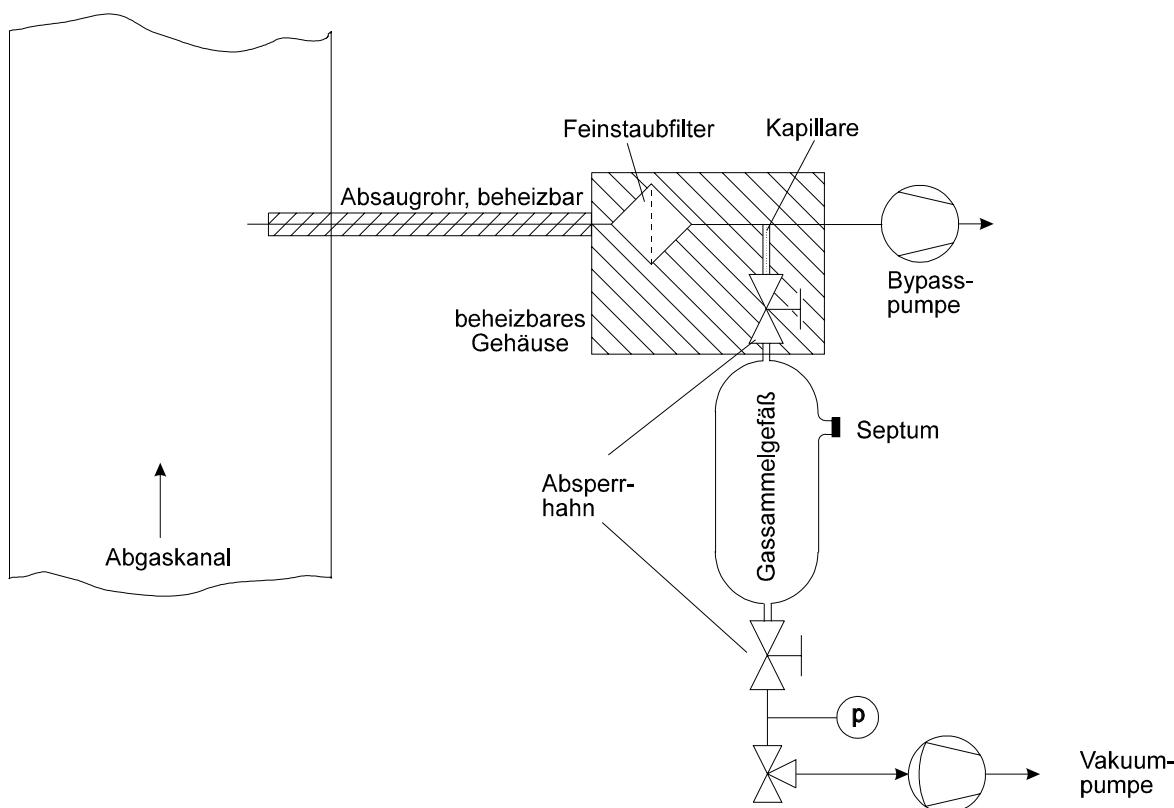
#### 1. Stichprobenartige Momentanprobenahme

Das Gassammelgefäß wird mit Messgut gespült, bis sichergestellt ist, dass das Gefäß mit unverdünntem Messgut gefüllt ist. Dabei ist zu beachten, dass während der Spülphase kein Kondensat im Gassammelgefäß abgeschieden wird. Durch dieses Verfahren erzeugte Messwerte sind nur dann aussagekräftig, wenn sichergestellt ist, dass die Konzentration des Messobjektes im Messgut keinen zeitlichen Schwankungen unterliegt (z.B. bei der Analyse von Prüfgasen).

#### 2. Zeitintegrierende Probenahme (Abb. 4.17)

Das Gassammelgefäß wird evakuiert und über eine Kapillare oder eine kritische Düse während der Probenahmedauer mit Messgut gefüllt. Der Durchfluss durch die Kapillare ist dabei vom Innendruck des Gassammelgefäßes abhängig und kann bis zu einen Unterdruck von ca. 500 hPa als nahezu linear angesehen werden. Es sind Probenahmezeiten bis ca. 10 Minuten erreichbar. Das Probevolumen wird über den Druck und die Temperatur im Gassammelgefäß zu Beginn und am Ende der Probenahme berechnet.

Das Messgut wird bei beiden Varianten vor dem Einleiten in die Probenahmeapparatur über einen Feinstaubfilter von Partikeln befreit.



**Abb. 4.17:** Zeitintegrierende Probenahme mit Gassammelgefäß (schematisch)

Nach der Probenahme wird das Oxidationsmittel in das Gassammelgefäß gefüllt. Nach erfolgter Oxidation wird das Stickstoffdioxid durch Schütteln in Lösung gebracht und kann danach analysiert werden.

Die Analyse erfolgt photometrisch oder ionenchromatographisch.

#### 4.2.4 Bestimmung organischer Einzelkomponenten

Die Probenahme für die Messung organischer Einzelkomponenten wird in der Regel durch Anreicherung an geeignete Sammelphasen realisiert. Geeignete Sammelphasen werden nach folgenden Kriterien ausgewählt:

- Rückhaltevermögen für das zu untersuchende Messobjekt,
  - Desorbierbarkeit/Extrahierbarkeit des Messobjektes bei festen Sammelphasen,
  - Neigung zu chemischen Reaktionen mit dem Messobjekt,
  - Beeinflussung des Rückhaltevermögens durch Begleitstoffe (z.B. Wasserdampf an festen Sammelphasen),
  - chromatographische Trennbarkeit von Messobjekt, Lösemittel und evtl. vorhandenen Verunreinigungen,
  - Verdampfungsrate des Lösemittels bei Probenahmebedingungen.

Durch die Anreicherung kann die Nachweisgrenze des Messverfahrens beeinflusst werden.

Zum Einsatz kommen beispielsweise:

Flüssige Sammelphasen (Absorbentien) nach VDI 2457, Bl. 1 [65]



## Feste Sammelphasen (Adsorbentien)

- Aktivkohle,
  - Kieselgel,
  - Molekularsiebe,
  - XAD

Die Analyse erfolgt in der Regel nach gas- bzw. ionenchromatographischer Auf trennung mit geeigneten Detektoren:

- Flammenionisationsdetektor (FID),
  - Massenspektrometer (MS),
  - Elektronen-Einfang-Detektor (ECD),
  - Wärmeleitfähigkeitsdetektor (WLD),
  - Leitfähigkeitsdetektor (LFD).

Wenn keine geeigneten Sammelphasen verfügbar sind kann das Probenahmeverfahren in Gassammelgefäß nach Kap. 4.2.3 eingesetzt werden [66], (Abb. 4.17).

Die Probenahmevariante 1 (Spülen des Gassammelgefäßes) darf nur angewandt werden, wenn eine Anreicherung der Messobjekte durch Sorption an der Glaswand ausgeschlossen werden kann.

Die Nachweisgrenzen bei Messungen mit Probenahmen ohne Anreicherung liegen gegenüber der Probenahme mit Anreicherung wegen des geringeren Probenvolumens deutlich höher.

Die Analyse erfolgt in der Regel entweder direkt aus der Gasphase (Analyse niedrigsiedender Komponenten) oder nach Absorption der im Gassammelgefäß vorhanden Messobjekte in einem geeigneten Lösungsmittel (höhersiedende Komponenten) nach gaschromatographischer Auf trennung.

#### 4.2.5 Olfaktometrische Ermittlung der Geruchsemissionen

Gerüche werden in der Emissionsmesstechnik olfaktometrisch bestimmt [72; 73; 74; 75; 78]. Aus dem Abgasstrom wird über ein Probenahmegerät Messgut in einen Probenbeutel (z.B. aluminiumbeschichtete Kunststoffbeutel oder PE-Einwegbeutel) gesaugt. Bei der Messung wird die Geruchsschwelle im Messgut bestimmt. Dazu wird als Analysator der menschliche Geruchssinn eingesetzt. Der Proband (Riecher) bekommt die Probe über Riechmasken des Olfaktometers in stark verdünnter Form dargereicht. Die Verdünnung wird solange reduziert (üblicherweise um den Faktor 2 bzw. 1,4) bis der Proband eine Geruchsempfindung verspürt. Der Mittelwert aus der letzten Verdünnungsstufe, bei der der Proband noch keinen Geruch festgestellt hat und der Verdünnungsstufe, bei der ein Geruch sicher erkannt wurde ist vereinbarungsgemäß die Geruchsschwelle.

Das individuelle Geruchsempfinden eines Probanden ist subjektiv und hängt von vielen Einflussfaktoren ab. Deshalb muss die Messung einer Geruchsprobe von mehreren Probanden (mindestens 4) wiederholt durchgeführt werden. Das Probandenkollektiv muss hinsichtlich der individuellen Geruchsschwellen festgelegte Anforderungen erfüllen. Die individuellen Geruchsschwellen der Probanden werden über Geruchsmessungen von Prüfgasen ( $H_2S$  und n-Butanol) ermittelt. Dabei muss die persönliche Geruchsschwelle eines Probanden in einem definierten Bereich liegen (Geruchsfenster). Probanden, die ein zu gut oder zu schlecht ausgeprägtes Geruchsempfinden haben, sind nicht geeignet.

Ein weiterer Aspekt der Geruchsmessung ist neben der Ermittlung der Geruchsschwelle die Geruchsintensität [76] und die hedonische Geruchswirkung [77]. Zur Beurteilung der hedonischen Geruchswirkung wird die Geruchsempfindung auf einer Skala zwischen den Mekmalspolen „äußerst angenehm“ und „äußerst unangenehm“ eingeordnet.

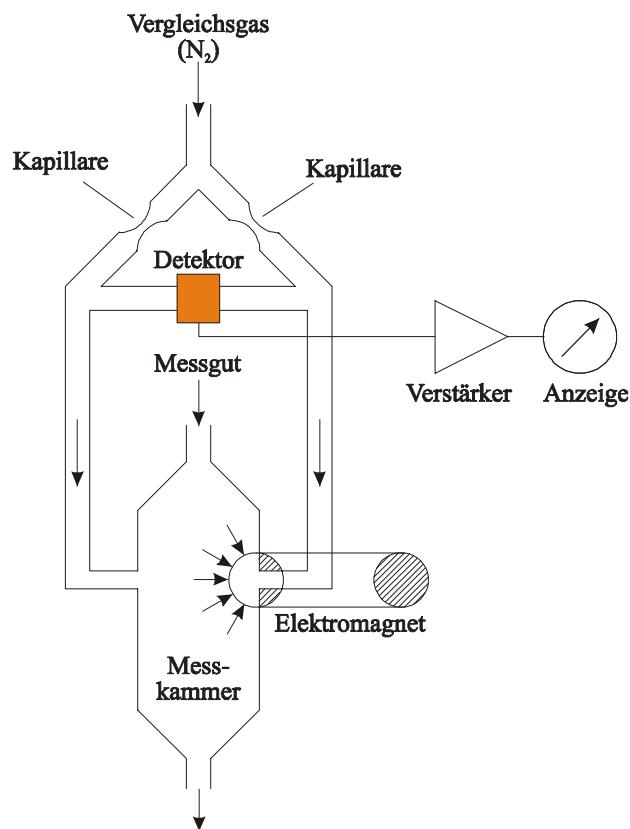
## 4.3 Messung von Bezugsgrößen

### 4.3.1 Sauerstoffmessung (paramagnetischer Effekt)

Zur Sauerstoffmessung kann man dessen paramagnetische Eigenschaften nutzen. Sauerstoff zeichnet sich durch seine hohe magnetische Suszeptibilität (Magnetisierbarkeit) aus. Sauerstoffatome werden in inhomogenen Magnetfeldern in Richtung höherer Feldstärke angezogen. Sauerstoffmessgeräte nutzen diesen Effekt auf zwei Arten.

#### Paramagnetischer Wechseldruck

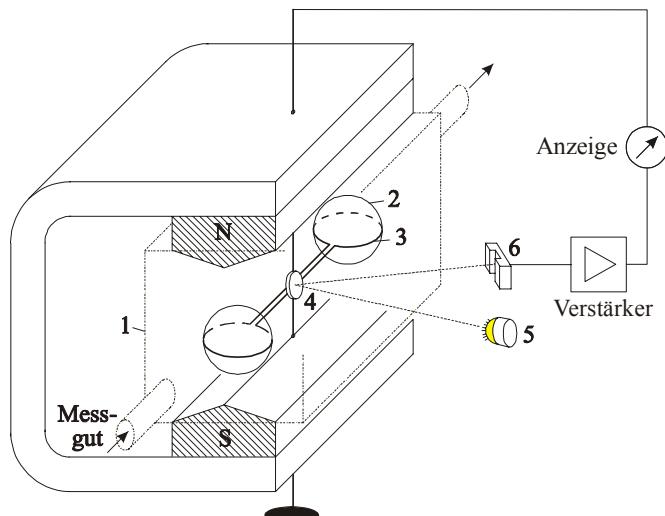
Man lässt das Messgut durch eine Messkammer strömen. In die Messkammer strömt über zwei Kanäle ein Vergleichsgas (z.B.  $N_2$ ). Im Bereich der einen Einströmöffnung wird ein inhomogenes Magnetfeld angelegt, das bewirkt, dass sich dort der Partialdruck abhängig vom Sauerstoffanteil des Messgutes erhöht. Dadurch erhöht sich auch der Strömungswiderstand für das Vergleichsgas in die Messkammer. Detektiert wird entweder direkt der resultierende Druckunterschied zwischen den beiden Vergleichsgaskanälen (Membrankondensator) oder eine resultierende Ausgleichsströmung in einem Verbindungskanal zwischen den Vergleichsgaskanälen (Mikroströmungsführer).



**Abb. 4.18:** Sauerstoffmessung über den paramagnetischen Wechseldruck, System „Siemens“ (schematisch)

#### Magnetische Drehwaage

In einem inhomogenen Magnetfeld wird eine stickstoffgefüllte Glashantel in einer Messkammer drehbar aufgehängt (Abb. 4.19). Die Glashantel ist diamagnetisch, d.h. die Enden streben aus dem Inneren des Magnetfeldes heraus. Das daraus resultierende Drehmoment wird durch einen Stromfluss in einer Wicklung, die auf die Hantel aufgebracht ist solange kompensiert, bis die Nullstellung der Hantel erreicht ist. Bei Veränderung des Sauerstoffvolumenanteils in der Messkammer strebt der Sauerstoff aufgrund seiner paramagnetischen Eigenschaften in den Bereich höherer Feldstärke zwischen den Magnetpolen und verdrängt die Hantel durch verdrehen. Über ein optisches System wird durch Veränderung des Stromflusses durch die Hantelwicklung die Hantelstellung so lange korrigiert, bis die Nullstellung wieder erreicht ist. Der dazu erforderliche elektrische Strom ist dem Sauerstoffvolumenanteil proportional und kann gemessen werden.



- |                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| 1: Messzelle            | 4: Reflektorspiegel |
| 2: Glaskörper (Hantel)  | 5: Lichtquelle      |
| 3: elektrische Wicklung | 6: Detektor         |

**Abb. 4.19:** Sauerstoffmessung über eine magnetische Drehwaage, System „Maihak“ (schematisch)

#### 4.3.2 Sauerstoffmessung (Zirkondioxid-Sonde)

Für die Sauerstoffmessung kann eine Eigenschaft des Zirkondioxids genutzt werden. Bei hoher Temperatur wird dieses Material wegen der dann auftretenden Mobilität der Sauerstoffionen im Kristallgitter zum elektrischen Leiter. Beaufschlagt man zwei Seiten einer Zirkondioxidsonde (Abb. 4.20) mit unterschiedlichen Sauerstoffkonzentrationen errechnet sich die Zellspannung bei konstanter Temperatur nach:

$$\text{EMK} = \frac{R * T}{4 * F} * \ln \frac{p_2}{p_1} + C \quad \text{Gl. 4.7}$$

EMK: Zellspannung

$p_1$ : Sauerstoffpartialdruck auf der einen Zellenseite (z.B. Rauchgasseite)

$p_2$ : Sauerstoffpartialdruck auf der anderen Zellenseite (Vergleichsgas z.B. Umgebungsluft)

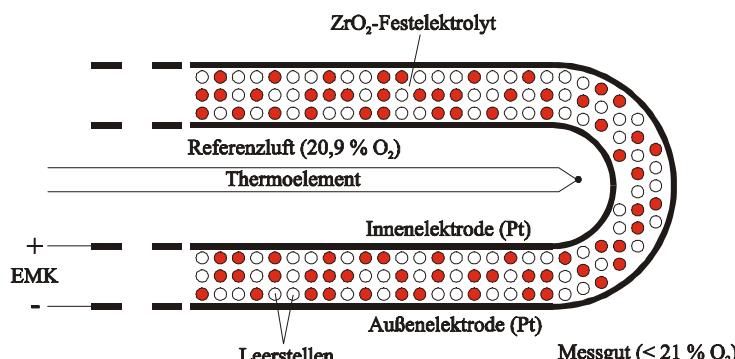
R: Gaskonstante

F: Faraday'sche Konstante

T: absolute Temperatur in K

C: Zellkonstante

Zirkonsonden werden vorrangig zur in-situ-Messung eingesetzt. Zu beachten ist dabei, dass der Sauerstoffvolumenanteil des feuchten Gases gemessen wird.



**Abb. 4.20:** Sauerstoffmessung mit einer Zirkonsonde (schematisch)

### 4.3.3 Bestimmung der Abgasfeuchte

In der Emissionsmesstechnik wird vorrangig mit dem Feuchtegehalt  $f_n$  gerechnet. Er gibt die Masse des Wasserdampfes bezogen auf das Volumen des trockenen Gases im Normzustand an. Zur Bestimmung des Feuchtegehaltes stehen mehrere Methoden zur Verfügung:

#### Psychrometrische Feuchtebestimmung (Zwei-Thermometer-Methode)

Die Abgastemperatur wird einmal direkt gemessen (trockenes Thermometer) und einmal mit einem Thermometer, um das ein wassergetränktes Gewebe (z.B. Baumwolle) gelegt wird (feuchtes Thermometer). Durch Wasserverdampfung am feuchten Thermometer bis zur Sättigung stellt sich eine Temperatur unterhalb der Temperatur des trockenen Thermometers ein. Aus diesen beiden Temperaturen und aus weiteren Abgasparametern kann über die Sprung'sche Formel der Feuchtegehalt  $f_n$  berechnet werden [83]:

$$f_n = \rho_{H_2O} * \frac{p_{tr} - K (t_{tr} - t_f)}{p_0 - (p_f - K * (t_{tr} - t_f))} \quad \text{Gl. 4.8}$$

mit

$$K = \frac{p_0 * c_p}{\rho_{H_2O} * r} \quad \text{Gl. 4.9}$$

- $f_n$ : Feuchtegehalt [g/m<sup>3</sup>]  
 $\rho_{H_2O}$ : Normdichte des Wasserdampfes [g/m<sup>3</sup>]  
 $t_{tr}$ : Temperatur des trockenen Thermometers [°C]  
 $t_f$ : Temperatur des feuchten Thermometers [°C]  
 $p_0$ : Absolutdruck im Psychrometer [hPa]  
 $p_{tr}$ : Sättigungsdampfdruck bei  $t_{tr}$  [hPa]  
 $p_f$ : Sättigungsdampfdruck bei  $t_f$  [hPa]  
 $K$ : Sprung'sche Konstante  
 $c_p$ : spezifische Wärmekapazität des Gases [ kJ/(kg\*K) ]  
 $r$ : Verdampfungsenthalpie des Wassers [kJ/kg]

In handelsüblichen Psychrometern sind beide Thermometer in einem Gehäuse untergebracht. Das Abgas wird dem Gerät über Schläuche zugeführt und über eine Pumpe abgesaugt. Bei der psychrometrischen Feuchtebestimmung muss sichergestellt sein, dass es nicht zu Kondensation vor oder am trockenen Thermometer kommen kann. Dies ist in der Regel der Fall, wenn die Abgastemperatur ausreichend über dem Wassertaupunkt im Abgas liegt.

#### Sorption an Blaugel oder Magnesiumperchlorat mit anschließender Gravimetrie

Ein definiertes Gasvolumen wird über eine mit getrocknetem Sorptionsmittel gefüllte Kartusche gezogen. Als Sorptionsmittel wird Blaugel oder Magnesiumperchlorat ( $Mg(ClO_4)_2$ ) eingesetzt. Die Kartusche wird vor und nach der Beaufschlagung gewogen. Aus dem normierten Gasvolumen und dem Massenunterschied der Kartusche kann direkt der Feuchtegehalt  $f_n$  berechnet werden.

Weitere Möglichkeiten zur Feuchtebestimmung sind:

- Einsatz von elektrischen Sensoren
- Berechnung der Feuchte aus Sauerstoffmessungen im getrockneten und im ungetrockneten Abgas
- Taupunktmessung (beheizter Spiegel)

#### 4.3.4 Strömungsgeschwindigkeit/Abgasvolumenstrom [84]

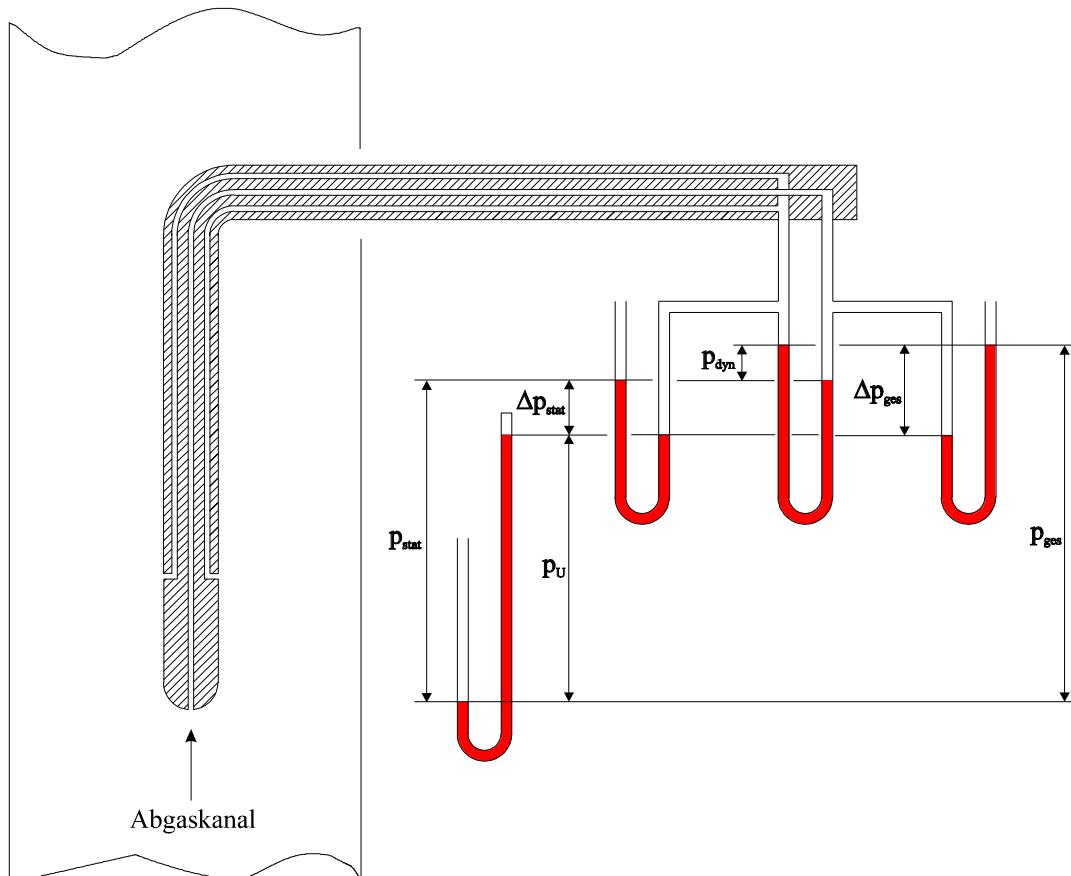
Zur kontinuierlichen Überwachung der Emissionen wird gewöhnlich nur die Massenkonzentration der relevanten Schadstoffe gemessen. An vielen Anlagen wird jedoch die Ermittlung der Gesamtemission gefordert.

Das geeignete Maß für die kontinuierliche Überwachung ist der Schadstoffmassenstrom, der sich als Produkt aus Schadstoffmassenkonzentration und Abgasvolumenstrom bestimmen lässt. Oft lässt sich der Abgasvolumenstrom mit ausreichender Genauigkeit aus bekannten Anlageparametern, wie Brennstoffverbrauch oder Dampfleistung berechnen. Bei schwankenden Betriebsparametern der Anlage muss jedoch eine direkte Abgasvolumenstrombestimmung durchgeführt werden. Eine direkte manuelle Strömungsgeschwindigkeitsmessung ist immer Bestandteil einer diskontinuierlichen Emissionsmessung.

Bei bekanntem Querschnitt und Strömungsprofil des Abgasstromes kann der Volumenstrom aus der Strömungsgeschwindigkeit ermittelt werden. Die für die Emissionsmessung in Frage kommenden Methoden zur Volumenstrombestimmung basieren auf Strömungsgeschwindigkeitsmessungen, die im Strömungsquerschnitt eines Abgaskanals vorgenommen werden.

##### Staurohre

Zur manuellen Strömungsgeschwindigkeitsmessung werden oft Staurohre eingesetzt. Der verbreitetste Staurohrtyp ist das Prandtl-Rohr (auch L-Pitot-Rohr, siehe Abb. 4.21). Die hakenförmige Sonde wird im Abgasstrom gegen die Strömungsrichtung ausgerichtet. Durch eine Bohrung in der Mitte der halbkugel- oder ellipsenförmigen Sondenspitze wird der Gesamtdruck in der Strömung aufgenommen. An einem ringförmigen Schlitz (oder alternativ an radial angebrachten Bohrungen) hinter der Sondenspitze wird der statische Druck abgegriffen. Gemessen werden die Drücke mit Differenzdruckmanometern. (z.B. U-Rohrmanometer, Schrägrohrmanometer für bessere Auflösungen oder elektronische Mikromanometer).



**Abb. 4.21:** Strömungsgeschwindigkeitsmessung mit dem Prandtl-Rohr (schematisch) [84]

Der dynamische Druck  $p_{dyn}$  ist ein Maß für die Strömungsgeschwindigkeit am Messpunkt und ergibt sich aus der Differenz zwischen Gesamtdruck  $p_{ges}$  und statischem Druck  $p_{stat}$ :

$$p_{dyn} = p_{ges} - p_{stat} = \Delta p_{ges} - \Delta p_{stat} \quad \text{Gl. 4.10}$$

Die Strömungsgeschwindigkeit (im Bereich bis 100 m/s) ergibt sich dann zu:

$$w = k * \sqrt{\frac{2 * p_{dyn}}{\rho}} \quad \text{Gl. 4.11}$$

mit  $w$ : Gasgeschwindigkeit [m/s]

$k$ : Faktor zur Berücksichtigung der Geometrie des Staurohres (Prandtl-Rohr:  $k=1$ )

$p_{dyn}$ : Dynamischer Druck am Prandtl-Rohr [Pa]

$\rho$ : Gasdichte im Betriebszustand [kg/m³]

Die Staurohrmessung ist richtungsabhängig. Abweichungen zwischen der Achse des Staurohres und der Strömungsrichtung unter 10 % beeinträchtigen das Messergebnis kaum. Kontinuierliche Messungen können durch Verschmutzung der Sondenbohrungen beeinträchtigt werden.

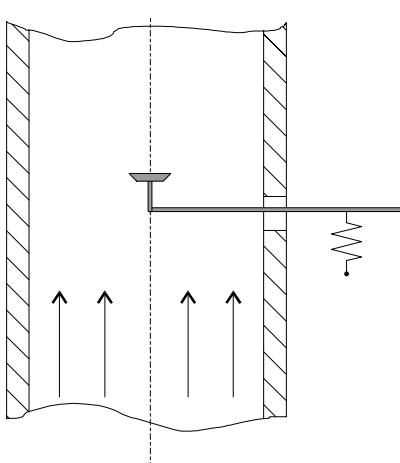
Für kontinuierliche Messungen werden Abwandlungen des Prandtl-Rohres wie z.B. Mehrlochsonden oder Staugitter eingesetzt. Diese Geräte verfügen über mehrere über den Kanalquerschnitt verteilte Öffnungen, die gegen die Strömungsrichtung ausgerichtet sind. Dadurch wird eine über die Messachse gemittelte Messung des Gesamtdruckes ermöglicht.

### Strömungswaage

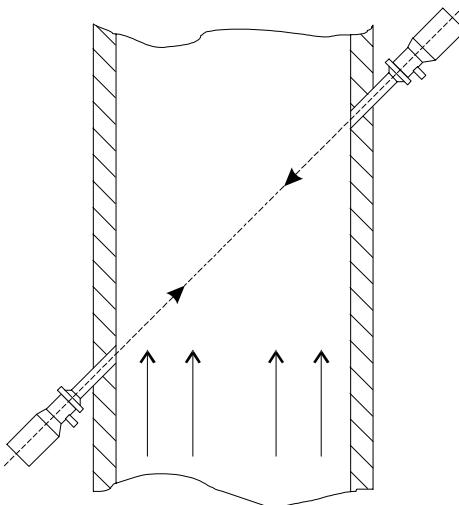
Abb. 4.22 zeigt das Prinzip einer Strömungswaage. Die vom Abgasvolumenstrom auf einen Strömungskörper ausgeübte Kraft wird umgelenkt und z.B. über einen Dehnungsmessstreifen gemessen.

### Ultraschall-Durchflussmessung

Die Ultraschall-Durchflussmessung beruht auf einer Dopplermessung mit Ultraschall. Von beiden Enden einer zur Strömungsrichtung um  $45^\circ$  geneigten Messachse werden kurze Ultraschallimpulse gesendet und am jeweils gegenüberliegenden Ende empfangen. Die Impulse, die mit der Strömungsrichtung gesendet werden, haben eine kürzere Laufzeit als die Impulse, die gegen die Strömungsrichtung gesendet werden. Die Laufzeitdifferenz ist ein Maß für die Strömungsgeschwindigkeit.



**Abb. 4.22:** Strömungswaage



**Abb. 4.23:** Strömungsmessung mittels Ultraschall

## Anemometer

Flügelradanemometer werden zur manuellen Strömungsgeschwindigkeitsmessung eingesetzt. In die Abgasströmung wird die Messsonde gehalten. Der Abgasvolumenstrom treibt ein Flügelrad an, dessen Drehzahl berührungslos (z.B. induktiv) aufgenommen wird. Die Abgasgeschwindigkeit ist bei konstanter Abgasdichte der Drehzahl proportional. Flügelradanemometer sind empfindlich gegen Verschmutzung und Feuchtigkeit (Kondensation). Der Einsatz wird außerdem durch eine bauartbedingte Betriebshöchsttemperatur beschränkt.

### **4.3.5 Temperaturmessung**

Zur Messung der Temperatur wird die Beobachtung von Eigenschaften fester, flüssiger oder gasförmiger Stoffe, die sich in Abhängigkeit von der Temperatur reproduzierbar ändern, herangezogen. Die Veränderungen können z. B. Volumen, Längen, elektrische Eigenschaften (Widerstände) oder optische Eigenschaften der beobachteten Stoffe betreffen.

#### Ausdehnungsthermometer

Diese Geräte basieren auf der thermischen Ausdehnung von Flüssigkeiten oder von Feststoffen.

Bei Flüssigkeits-Ausdehnungsthermometern steigt die Flüssigkeit (z.B. Quecksilber, Alkohol) infolge der Volumenausdehnung in eine skalierte Kapillare.

Bei Bimetallthermometern nutzt man die unterschiedlichen Temperaturausdehnungskoeffizienten zweier unterschiedlicher, aufeinander gewalzter Materialien.

#### Platin-Widerstandsthermometer (DIN EN 60751)

Zur Temperaturbestimmung wird der Widerstand eines Platinleiters gemessen. Dieser steigt mit zunehmender Temperatur. Die Widerstandsänderung ist der Temperaturänderung nicht proportional. Deshalb werden Anzeigegeräte mit integrierter Linearisierung verwendet. Durch Verwendung von 3- bzw. 4-Leiter Thermofühlern wird der Widerstand der Anschlussleitungen kompensiert.

Häufig werden Pt 100 Widerstandsthermometer eingesetzt. Diese Geräte haben einen Widerstand von  $100 \Omega$  bei  $t = 0^\circ\text{C}$  und sind bei Temperaturen zwischen  $-200^\circ\text{C}$  und  $850^\circ\text{C}$  einsetzbar. Zum Schutz des Sensors ist dieser üblicherweise in einem Keramikkörper untergebracht, welcher sich in einem Edelstahlrohr befindet.

#### Thermoelemente (DIN IEC 584):

Die Temperaturmessung mit Thermoelementen basiert auf dem thermoelektrischen Effekt (Seebeck-Effekt). In einem Leiterkreis mit zwei unterschiedlichen Metallen entsteht ein Spannungsgefälle zwischen den beiden Kontaktstellen der zwei Metalle, wenn diese unterschiedliche Temperaturen haben.

Zur Anwendung kommen vorzugsweise die Metallpaarungen

- NiCr/NiAl: Typ K-Thermoelement -270 bis + 1372 °C,
- NiCrSi/NiSi: Typ N-Thermoelement -270 bis + 1300 °C,
- Fe/Constantan Typ J-Thermoelement -210 bis + 1200 °C,
- Cu/Constantan Typ T-Thermoelement -270 bis + 400 °C,
- PtRh 13/Pt Typ R-Thermoelement -50 bis + 1768 °C.

Die Thermospannungen liegen im Bereich 10 bis 50  $\mu\text{V/K}$  Temperaturunterschied zwischen der Vergleichsmessstelle und der Messstelle. Sie werden mit Messumformern verstärkt und linearisiert. Da das Messergebnis abhängig ist von der Temperatur der Vergleichsmessstelle, wird diese entweder thermostatisiert oder die Messabweichung wird elektronisch kompensiert. Zum Schutz des Sensors ist dieser üblicherweise in einem Keramikkörper untergebracht, welcher sich in einem Edelstahlrohr befindet.

Da bei der Verlängerung der Thermoelement-Anschlussleitungen auch Thermospannungen entstehen können, müssen die Anschlussleitungen erforderlichenfalls mit speziell auf das verwendete Thermoelement abgestimmten Ausgleichsleitungen verlängert werden.

### Strahlungsthermometer (Strahlungspyrometer)

Materie sendet oberhalb des absoluten Nullpunktes eine elektromagnetische Strahlung aus, deren Intensität und Wellenlängenverteilung in erster Linie von der Temperatur abhängen. Heiße Gase strahlen in charakteristischen Emissionsbanden.

Strahlungspyrometer messen berührungslos die Intensität dieser Banden in einem eingegrenzten Spektralbereich. Sie eignen sich daher besonders zur kontinuierlichen Messung sehr hoher Temperaturen (z.B. bei der Prozessüberwachung, Überwachung der Feuerraumtemperatur u.s.w.).

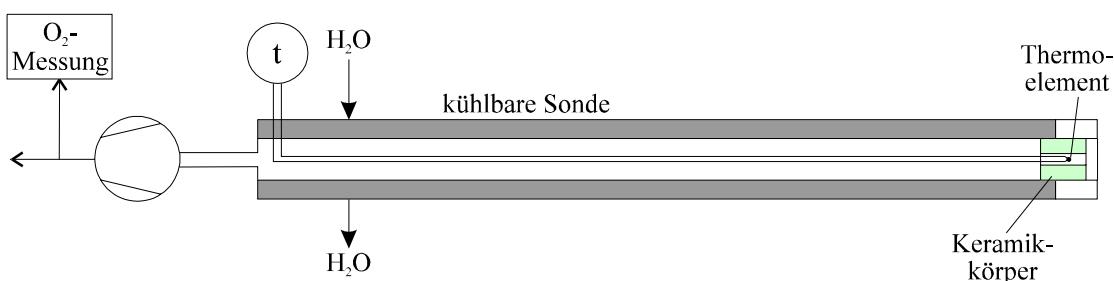
Der mit dem Strahlungspyrometer gemessene Spektralbereich muss auf die Messaufgabe hinsichtlich Gaszusammensetzung und Temperaturbereich abgestimmt sein.

### Absaugepyrometer

Bei der stichprobenartigen Bestimmung der Temperatur in der Nachbrennzone (wie z.B. einmalig bei Anlagen der

17. BImSchV gefordert) ist nur der konvektive Anteil der Wärme von Interesse, während der Anteil der Strahlungswärme nicht berücksichtigt werden darf. Für solche Messaufgaben werden Absaugepyrometer eingesetzt.

Das Thermoelement befindet sich im vorderen Bereich der Absaugsonde und wird durch einen Keramikkörper vor der IR-Strahlung aus dem Feuerraum abgeschirmt. Über den Keramikkörper und das Thermoelement wird heißes Abgas gesaugt, dessen Temperatur mit dem Thermoelement gemessen wird. Die Absaugsonden sind üblicherweise doppelwandig und kühlbar ausgeführt. Das abgesaugte, gekühlte Abgas kann zur Messung des Sauerstoffvolumenanteils in der Nachbrennzone genutzt werden.



**Abb. 4.24:** Schematischer Aufbau eines Absaugepyrometers mit nachgeschalteter Sauerstoff-Messung

## **4.4 Langzeitprobenahme für PCDD/F [25]**

Systeme für die Langzeitprobenahme werden entwickelt, um die zeit- und personalaufwendige Probenahme zur Ermittlung der Emissionen an polychlorierten Dibenzodioxinen und an polychlorierten Dibenzofuranen zu automatisieren. Durch die automatisierte Probenahme soll eine quasi-kontinuierliche, lückenlose Überwachung der Emission dieser Abgaskomponenten ermöglicht werden.

Grundlage für die Probenahme ist die Norm DIN EN 1948-1 „Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Massenkonzentration von PCDD/PCDF – Teil 1: Probenahme“ [43]. Die Probenahme muss isokinetisch erfolgen. Dazu wird die Abgasgeschwindigkeit kontinuierlich ermittelt und der daraus resultierende abzusaugende Teilvolumenstrom errechnet und eingestellt. Das abgesaugte Gasvolumen wird getrocknet und abgemessen. Als Sammel- und Anreicherungseinrichtungen stehen mehrere Varianten zur Verfügung (siehe unter 4.2.2). Die Sammel- und Anreicherungsmedien können automatisiert in einstellbaren Zeitintervallen gewechselt werden. Die Anreicherungszeiten können zwischen wenigen Stunden und mehreren Wochen frei programmiert werden. Nach der Beprobung werden die Sammel- und Anreicherungsmedien im Probenahmesystem bis zum Transfer ins Analysenlabor gelagert. Die Analyse erfolgt im Labor analog zur Analyse von manuell gezogenen Proben.



## 5 Glossar

Messstelle:	Bekanntgegebenes Prüfinstitut von dem Messungen nach § 26 und § 28 BImSchG durchgeführt werden.
Messgut:	Das durch eine Messung zu untersuchende Medium, wie z.B. der Abgasstrom einer Anlage (=Probegas).
Messobjekte:	Im Messgut enthaltene chemische Verbindungen, deren qualitative und quantitative Anwesenheit durch die Analyse nachgewiesen werden soll. Die Messobjekte haben Eigenschaften, die Änderungen im Messsystem hervorrufen.
Extraktive Probenahme:	Entnahme eines Teilvolumens aus dem Hauptvolumenstrom einer Anlage. Das entnommene Teilvolumen, kann z.B. <ul style="list-style-type: none"><li>- kontinuierlich aufzeichnenden Messgeräten zugeführt werden,</li><li>- in Gassammelgefäßen aufgefangen werden oder</li><li>- über Sorptionsvorlagen geführt werden.</li></ul> Im letzten Fall werden die Messobjekte auf/im Sorptionsmittel angereichert. Man spricht von Absorption bei Anreicherung in flüssigen Phasen (z.B. mit Waschflaschen) und von Adsorption bei Anreicherung an festen Phasen.
In-situ-Messung:	Bestandteile der Messeinrichtung befinden sich im Hauptvolumenstrom (z.B. der Sensor) oder direkt am Hauptvolumenstrom (z.B bei optischen Messverfahren).
Messstrecke:	Abschnitt des Strömungskanals, in dem die Anwesenheit der Messobjekte nachgewiesen werden sollen. Bestandteil der Messstrecke sind Ein- und Auslaufstrecke.
Messebene:	Ort in der Messstrecke an der sich der Messquerschnitt zur Gewinnung der Messdaten befindet: <ul style="list-style-type: none"><li>- bei extraktiver Probenahme der Probenahmeort,</li><li>- bei In-situ-Messungen der Ort, an dem das Messgerät bzw. der Sensor installiert ist.</li></ul>
Vollständige Messeinrichtung/	
Gesamtmesseinrichtung:	Besteht aus Messgeräten zur Ermittlung der jeweils relevanten Schadstoffe der Anlage sowie aus Messgeräten zur Ermittlung der notwendigen Bezugsgrößen. Die Gesamtmesseinrichtung schließt Geräte zur Probenahme (z.B. Entnahmesonde, Filter beheizte Messgasleitung) und Geräte zur Messgutkonditionierung (z.B. Messgaskühler/-trockner) mit ein.
Messgröße:	Physikalische Änderung im Messsystem, die durch die Anwesenheit des Messobjekts hervorgerufen wird, z.B. Änderung der <ul style="list-style-type: none"><li>- Masse,</li><li>- Lichtabsorption,</li><li>- elektr. Leitfähigkeit.</li></ul> Die Messgröße wird mit geeigneten Detektoren aufgezeichnet.
Funktionsprüfung :	Aufgabe von Messgut mit bekannten Konzentrationen an Messobjekten (Sollwert) auf das Messsystem. Ermittlung des Zusammenhangs Messgröße - Sollwert (Gerätekennlinie $[I=f(c)]$ ), Prüfung der wichtigsten Gerätekomponenten auf Funktionsfähigkeit (z.B. Dichtigkeit, Funktion der Beheizung u.s.w.) und auf Verschmutzung.

Kalibrierung:	Ermittlung des Zusammenhangs Sollwert - Messgröße durch Vergleichsmessungen mit einem Vergleichsmessverfahren an einem realen Messgut (Analysenfunktion für das vollständige Messverfahren $[c=f(I)]$ ).
Messwert:	Wird aus Messgröße und Analysenfunktion gebildet und wird durch die Auswertung zum Messergebnis.
Messergebnis:	Auf vorgegebene Randbedingungen umgerechneter Messwert, z.B. - drucknormiert, - temperaturnormiert, - feuchtenormiert, - bezogen auf Bezugssauerstoffgehalt.
Akkreditierung:	Formelle Anerkennung der Kompetenz einer Stelle (z.B. eines Prüflabors), bestimmte Aufgaben (z.B. Prüfungen) durchzuführen <a href="#">[DIN EN 45001<sup>1)</sup></a> . Die Akkreditierung wird von einer anerkannten Akkreditierungsstelle ausgesprochen, wenn bestimmte Anforderungen erfüllt sind.
Zertifizierung:	Der durch einen Dritten erbrachte Nachweis der Übereinstimmung mit einer Norm (Konformitätsprüfung).
Notifizierung:	Formeller Akt der Bekanntgabe durch eine staatliche Einrichtung (vgl. § 26 BImSchG <a href="#">[1]</a> ).

---

1) DIN EN 45001 [Mai 1990] "Allgemeine Kriterien zum Betreiben von Prüflaboratorien" wird bis 2002 ersetzt durch DIN EN ISO/IEC 17025 [April 2000] „Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien“

## 6 Literaturverzeichnis

### **Gesetzliche Regelungen / EU-Richtlinien / LAI-Schriften**

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) vom 14. Mai 1990 (BGBl. I S. 880), zuletzt geändert am 3. Mai 2000 (BGBl. I S. 632)
- [2] Erste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) vom 27. Februar 1986 (GMBL S. 95, ber. S 202)
- [3] Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Kleinfeuerungsanlagen - 1. BImSchV) vom 14. März 1997 (BGBl. I S. 490)
- [4] Zweite Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen - 2. BImSchV) vom 10. Dezember 1990 (BGBl. I S. 2694), geändert am 3. Mai 2000 (BGBl. I S. 632)
- [5] Dritte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Schwefelgehalt von leichtem Heizöl und Dieselkraftstoff - 3. BImSchV) vom 15. Januar 1975 (BGBl. I S. 264), zuletzt geändert am 26. September 1994 (BGBl. I S. 2640)
- [6] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV) vom 14. März 1997 (BGBl. I S. 504), zuletzt geändert am 23. Februar 1999 (BGBl. I S. 186)
- [7] Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Großfeuerungsanlagen - 13. BImSchV) vom 22. Juni 1983 (BGBl. I S. 719), geändert am 3. Mai 2000 (BGBl. I S. 632)
- [8] Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe - 17. BImSchV) vom 23. November 1990 (BGBl. I S. 2545, S. 2832), geändert am 3. Mai 2000 (BGBl. I S. 632)
- [9] Fünfundzwanzigste Verordnung zur Durchführung der Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Begrenzung der Emissionen aus der Titandioxid-Industrie - 25. BImSchV) vom 8. November 1996 (BGBl. I S. 1722)
- [10] Siebenundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Anlagen zur Feuerbestattung - 27. BImSchV) vom 19. März 1990 (BGBl. I S. 545), geändert am 3. Mai 2000 (BGBl. I S. 632)
- [11] Rat der europäischen Gemeinschaften:  
Richtlinie des Rates vom 28. Juni 1984 zur Bekämpfung der Luftverunreinigung durch Industrieanlagen (84/360/EWG)
- [12] Rat der europäischen Gemeinschaften:  
Richtlinie 96/61 EG des Rates vom 24. September 1996 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU-Richtlinie)

- [13] Rat der europäischen Gemeinschaften:  
Richtlinie des Rates vom 24. November 1988 zur Begrenzung von Schadstoffemissionen von Großfeuerungsanlagen in die Luft (88/609/EWG)
- [14] Rat der europäischen Gemeinschaften:  
Richtlinie des Rates vom 8. Juni 1989 über die Verhütung der Luftverunreinigung durch neue Verbrennungsanlagen für Siedlungsmüll (89/369/EWG)
- [15] Rat der europäischen Gemeinschaften:  
Richtlinie des Rates vom 21. Juni 1989 über die Verringerung der Luftverunreinigung durch bestehende Verbrennungsanlagen für Siedlungsmüll (89/429/EWG)
- [16] Rat der europäischen Gemeinschaften:  
Richtlinie 94/67/EG des Rates vom 16. Dezember 1994 über die Verbrennung gefährlicher Abfälle
- [17] Rat der europäischen Gemeinschaften:  
Richtlinie 1999/13/EG des Rates vom 11. März 1999 über die Begrenzung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen, die bei bestimmten Tätigkeiten und in bestimmten Anlagen bei der Verwendung organischer Lösemittel entstehen
- [18] RdSchr. d. BMU v. 8.6.1998 - IG I 3 - 51 134/3-(GMBL 1998 S. 543-556):  
Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Emissionen, Richtlinie über:
  - die Eignungsprüfung, den Einbau, die Kalibrierung, die Wartung von Messeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen und die kontinuierliche Erfassung von Bezugs- bzw. Betriebsgrößen zur fortlaufenden Überwachung der Emissionen besonderer Stoffe,
  - die Auswertung von kontinuierlichen Emissionsmessungen,
  - die Bewertung von Rußzahlmessungen bei Heizöl-EL-Feuerungen.
- [19] RdSchr. d. BMU v. 1.9.1994 - IG I 3 - 51 134/3-(GMBL 1994 S. 1231):  
Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Verbrennungsbedingungen an Abfallverbrennungsanlagen nach der Siebzehnten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
- [20] Anlage zur VwV des UM zur Ermittlung der Emissionen und Immissionen von luftverunreinigenden Stoffen, Geräuschen und Erschütterungen sowie Prüfung technischer Geräte und Einrichtungen vom 15.3.1993 - Az.: 43-8820.50 allg./199 - (GABl. vom 28. Juni 1993, S. 734 ff) „Muster eines bundeseinheitlichen Emissionsmessberichtes“ → siehe auch VDI 4220 [29], Anhang B
- [21] Fachliche Erläuterung zur: Bundeseinheitlichen Praxis bei der Überwachung der Verbrennungsbedingungen an Abfallverbrennungsanlagen nach 17. BImSchV, veröffentlicht in der Schriftenreihe des LAI, Band 7, Erich Schmidt Verlag, Berlin 1994
- [22] LAI bzw. Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Az.:5.4.2.2. - 02422 vom 20.3.1997  
Bundeseinheitlicher Musterbericht über die Durchführung von Funktionsprüfungen/Kalibrierungen kontinuierlich arbeitender Messeinrichtungen → siehe auch VDI 3950, Blatt 2 (VE) [33], Anhang A
- [23] Richtlinien für die Bekanntgabe und die Zulassung von sachverständigen Stellen im Bereich des Immissionsschutzes, in der Fassung des LAI-Beschlusses vom 12. Mai 1998, veröffentlicht in der Schriftenreihe des LAI, Band 18 „Empfehlungen für die Bekanntgabe von sachverständigen Stellen im Bereich des Immissionsschutzes“, Erich Schmidt Verlag, Berlin 1999

- [24] Protokoll der 87. Sitzung des LAI:  
Prüfkatalog für die Eignungsprüfung von Messeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen  
(Ausgabe September 1994) → siehe auch VDI 4203, Blatt 1 (E) und folgende [28]
- [25] Protokoll der 72. Sitzung des LAI:  
Prüfkatalog für die Eignungsprüfung von Messeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen -  
Systeme mit Langzeitprobennahme für Dioxine und Furane (Vorläufige Fassung 18. September 1997)
- [26] Schriftenreihe des LAI, Band 15:  
Emissionsfernüberwachung/Schnittstellendefinition, Erich-Schmitt-Verlag, Berlin, 1997
- [27] Geruchs-Immissions-Richtlinie (GIRL), verabschiedet auf der 94. Sitzung des LAI vom 11. bis 13. Mai 1998

### **Normen und Richtlinien**

- [28] Richtlinie VDI 4203: Prüfpläne für kontinuierlich registrierende Messeinrichtungen – Grundlagen  
Bl. 1 (Entwurf) [April 2000] und folgende Blätter (z. Zt. im Vorentwurfsstadium)
- [29] Richtlinie VDI 4220: Qualitätssicherung - Anforderungen an Emissions- und Immissionsprüfstellen  
[September 1999] für die Ermittlung luftverunreinigender Stoffe
- [30] Richtlinie VDI 2448: Planung von stichprobenartigen Emissionsmessungen an geführten Quellen  
Blatt 1 [April 1992]
- [31] Richtlinie VDI 4200: Durchführung von Emissionsmessungen an geführten Quellen  
(Entwurf) [März 1999]
- [32] Richtlinie VDI 3950: Kalibrierung automatischer Emissionsmesseinrichtungen  
Blatt 1 [Juli 1994]
- [33] Richtlinie VDI 3950: Kalibrierung automatischer Emissionsmesseinrichtungen - Berichterstattung  
Blatt 2 (Entwurf) [Sept. 2000]
- [34] Richtlinie VDI 2066: Messen von Partikeln - Staubmessungen in strömenden Gasen – Gravimetrische Bestimmung der Staubbeladung - Übersicht  
Blatt 1 [Oktober 1975]
- [35] Richtlinie VDI 2066: Messen von Partikeln - Manuelle Staubmessung in strömenden Gasen -  
Gravimetrische Bestimmung der Staubbeladung - Filterkopfgeräte (4 m<sup>3</sup>/h, 12 m<sup>3</sup>/h)
- [36] Richtlinie VDI 2066: Messen von Partikeln - Staubmessung in strömenden Gasen - Bestimmung der  
Staubbeladung durch kontinuierliches Messen der optischen Transmission  
Blatt 4 [Januar 1989]
- [37] Richtlinie VDI 2066: Messen von Partikeln - Staubmessung in strömenden Gasen - Fraktionierende  
Staubmessung nach dem Impaktionsverfahren - Kaskadenimpaktor  
Blatt 5 [November 1994]
- [38] Richtlinie VDI 2066: Messen von Partikeln - Staubmessung in strömenden Gasen - Bestimmung der  
Staubbeladung durch kontinuierliches Messen des Streulichtes mit dem  
Photometer KTN  
Blatt 6 [Januar 1989]
- [39] Richtlinie VDI 2066: Messen von Partikeln - Manuelle Staubmessung in strömenden Gasen -  
Gravimetrische Bestimmung geringer Staubgehalte - Planfilterkopfgeräte  
Blatt 7 [August 1993]

- [40] Richtlinie VDI 2066:  
Blatt 8 [September 1995] Messen von Partikeln - Staubmessung in strömenden Gasen - Messung der Rußzahl an Feuerungsanlagen für Heizöl EL
- [41] DIN EN 13284-1:  
(Entwurf) [Oktober 1998] Emissionen aus stationären Quellen - Ermittlung der Staubmassenkonzentration bei geringen Staubgehalten - Teil 1: Manuelles gravimetrisches Verfahren
- [42] DIN 51402 Teil 1:  
(Entwurf) [Oktober 1986] Prüfung der Abgase von Ölfeuerungen - Visuelle und photometrische Bestimmung der Rußzahl
- [43] DIN EN 1948-1:  
[Mai 1997] Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Massenkonzentration von PCDD/PCDF - Teil 1: Probenahme
- [44] Richtlinie VDI 3868:  
Blatt 1 [Dezember 1994] Messen der Gesamtemission von Metallen, Halbmetallen und ihren Verbindungen - Manuelle Messung in strömenden Gasen - Probenahmesystem für partikelgebundene und filtergängige Stoffe
- [45] Richtlinie VDI 3868:  
Bl. 2 (Entwurf) [Aug. 1995] Bestimmung der Gesamtemission von Metallen, Halbmetallen und ihren Verbindungen - Messen von Quecksilber - Atomabsorptionsspektrometrie mit Kalt dampftechnik
- [46] Richtlinie VDI 2460:  
Blatt 1 [Juli 1996] Messen gasförmiger Emissionen - Infrarotspektrometrische Bestimmung organischer Verbindungen - Grundlagen
- [47] Richtlinie VDI 2462:  
Blatt 8 [März 1985] Messen gasförmiger Emissionen - Messen der Schwefeldioxidkonzentration -  $H_2O_2$ -Thorin-Methode
- [48] Richtlinie VDI 2462:  
Blatt 1 [Februar 1974] Messen gasförmiger Emissionen - Messen der Schwefeldioxidkonzentration - Jod-Thiosulfat-Verfahren
- [49] Richtlinie VDI 2462:  
Blatt 6 [Januar 1974] Messen gasförmiger Emissionen - Überprüfen der Kalibrierung automatischer Schwefeldioxid-Konzentrations-Messgeräte an Feuerungsanlagen
- [50] DIN ISO 7934:  
[Juli 2000] Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Massenkonzentration an Schwefeldioxid -  $H_2O_2$ -Bariumperchlorat-Thorin-Verfahren
- [51] Richtlinie VDI 2456:  
Blatt 6 [Mai 1978] Messen gasförmiger Emissionen - Messen der Summe von Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid als Stickstoffmonoxid unter Einsatz eines Konverters
- [52] Richtlinie VDI 2456:  
Blatt 7 [April 1981] Messen gasförmiger Emissionen - Messen von Stickstoffmonoxid-Gehalten - Chemolumineszens-Analysatoren (Atmosphärendruckgeräte)
- [53] Richtlinie VDI 2456:  
Blatt 8 [Januar 1986] Messen gasförmiger Emissionen - Analytische Bestimmung der Summe von Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid - Natriumsalicylatverfahren
- [54] Richtlinie VDI 2456:  
Blatt 10 [November 1990] Messen gasförmiger Emissionen - Analytische Bestimmung der Summe von Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid - Dimethylphenolverfahren
- [55] DIN 33962 [März 1997]: Messen gasförmiger Emissionen - Kontinuierlich arbeitende Messeinrichtungen für Einzelmessungen von Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid
- [56] Richtlinie VDI 2459:  
Blatt 7 [Februar 1994] Messen gasförmiger Emissionen - Messen der Kohlenmonoxidkonzentration - Jodpentoxidverfahren

- [57] Richtlinie VDI 2459:  
Blatt 1 [Dezember 2000] Messen gasförmiger Emissionen - Messen der Kohlenmonoxidkonzentration mittels Flammenionisationsdetektor nach Reduktion zu Methan
- [58] Richtlinie VDI 3481:  
Blatt 2 [September 1998] Messen gasförmiger Emissionen - Bestimmung des durch Absorption an Kieselgel erfassbaren organisch gebundenen Kohlenstoffs in Abgasen
- [59] Richtlinie VDI 2470:  
Blatt 1 [Oktober 1975] Messen gasförmiger Emissionen - Messen gasförmiger Fluor-Verbindungen - Adsorptions-Verfahren
- [60] DIN EN 1911-1:  
[Juli 1998] Emissionen aus stationären Quellen - Manuelle Methode zur Bestimmung von HCl - Teil 1: Ansaugen des Probengases
- [61] Richtlinie VDI 3486:  
Blatt 1 [April 1979] Messen gasförmiger Emissionen - Messen der Schwefelwasserstoff-Konzentration - Potentiometrisches Titrationsverfahren
- [62] Richtlinie VDI 3486:  
Blatt 2 [April 1979] Messen gasförmiger Emissionen - Messen der Schwefelwasserstoff-Konzentration - Jodometrisches Titrationsverfahren
- [63] Richtlinie VDI 3496:  
Blatt 1 [April 1982] Messen gasförmiger Emissionen - Bestimmung der durch Absorption in Schwefelsäure erfassbaren basischen Stickstoffverbindungen
- [64] DIN EN 13211:  
(Entwurf) [September 2000] Emissionen aus stationären Quellen – Manuelles Verfahren zur Bestimmung der Gesamtquecksilber-Konzentration
- [65] Richtlinie VDI 2457:  
Blatt 1 [November 1997] Messen gasförmiger Emissionen - Chromatographische Bestimmung organischer Verbindungen - Grundlagen
- [66] Richtlinie VDI 2457:  
Blatt 5 (Entwurf) [Dez 1997] Messen gasförmiger Emissionen - Chromatographische Bestimmung organischer Verbindungen – Probenahme mit Gassammelgefäßen – gaschromatographische Analyse
- [67] Richtlinie VDI 3862:  
Blatt 1 [Dezember 1990] Messen gasförmiger Emissionen – Messen aliphatischer Aldehyde (C<sub>1</sub> bis C<sub>3</sub>) nach dem MBTH-Verfahren
- [68] Richtlinie VDI 3862:  
Blatt 2 [Dezember 2000] Messen gasförmiger Emissionen – Messen aliphatischer und aromatischer Aldehyde und Ketone nach dem DNPH-Verfahren – Gaswaschflaschen-Methode
- [69] Richtlinie VDI 3481:  
Blatt 1 [August 1975] Messung gasförmiger Emissionen - Messen der Kohlenwasserstoff-Konzentration - Flammenionisations-Detektor (FID)
- [70] DIN EN 12619:  
[September 1999] Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Massenkonzentration des gesamten gasförmigen organisch gebundenen Kohlenstoffs in geringen Konzentrationen in Abgasen – Kontinuierliches Verfahren unter Verwendung eines Flammenionisationsdetektors
- [71] DIN EN 13526:  
(Entwurf) [September 1999] Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Massenkonzentration des gesamten gasförmigen organisch gebundenen Kohlenstoffs in hohen Konzentrationen in Abgasen – Kontinuierliches Verfahren unter Verwendung eines Flammenionisationsdetektors

- [72] Richtlinie VDI 3881: Olfaktometrie – Geruchsschwellenbestimmung – Grundlagen  
Blatt 1 [Mai 1986]
- [73] Richtlinie VDI 3881: Olfaktometrie – Geruchsschwellenbestimmung – Probenahme  
Blatt 2 [Jan 1986]
- [74] Richtlinie VDI 3881: Olfaktometrie – Geruchsschwellenbestimmung – Olfaktometer mit  
Blatt 3 [Nov 1986] Verdünnung nach dem Gasstrahlprinzip
- [75] Richtlinie VDI 3881: Olfaktometrie – Geruchsschwellenbestimmung – Anwendungsvorschriften  
Bl. 4 (Entwurf) [Dez 1989] und Verfahrenskenngrößen
- [76] Richtlinie VDI 3882: Olfaktometrie – Bestimmung der Geruchsintensität  
Blatt 1 [Oktober 1992]
- [77] Richtlinie VDI 3882: Olfaktometrie – Bestimmung der hedonischen Geruchswirkung  
Blatt 2 [September 1994]
- [78] DIN EN 13725: Luftbeschaffenheit - Bestimmung der Gesuchsstoffkonzentration mit  
(Entwurf) [Januar 2000] dynamischer Olfaktometrie

### **Texte**

- [79] Umweltbundesamt Berlin: Leitfaden zur bundeseinheitlichen Praxis der Emissionsüberwachung nicht genehmigungsbedürftiger Anlagen im Sinne der 1. und 2. BImSchV, UBA Texte 1/98 ISSN 0722-186X
- [80] Hans-Joachim Hummel, Neue Entwicklungen im Bereich des Bekanntgabewesens von Messstellen i.S.d. § 26 BImSchG, 34. Messtechnisches Kolloquium, 10. Mai 1999
- [81] Bracht. G., Betrachtungen über Fortschritte auf dem Gebiet der Orsatanalyse unter besonderer Berücksichtigung von Koksofengas, Brennstoff Chemie 42 (1961), S. 37
- [82] V. Karfik: Fourier-Transform-Infrared-Spektrometrie für die Emissionsmessung, VDI-Berichte Nr. 1059, 1993
- [83] Ströhlein & Co.: Feuchtigkeitsmesser für Gase, Pr.-Nr. 3400-N-E-F
- [84] Willi Bohl, Technische Strömungslehre. Vogel Buchverlag. Würzburg 1989, ISBN 3-8023-0036-X
- [85] Borho K., Staubmessverfahren, Messen, Steuern und Regeln in der chemischen Technik Band II. S. 216/223. Hrsg.: J. Hengstenberg, B. Sturm, O. Winkler. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York 1980
- [86] Ermittlung von Verfahrenskenngrößen eines Messverfahrens zur Messung partikelförmiger Schadstoffe in Abgasen mit Hilfe modifizierter Nulldrucksonden. Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz Heft 197/1995. Schriftenreihe der hessischen Landesanstalt für Umwelt, HLfU 1995, ISSN 0933-2391, ISBN 3-89026-208-2

## 7 Anhang 1: Rechts- und Verwaltungsvorschriften/Auszüge aus zitierten Quellen

### 7.1 Auszug aus dem Bundes-Immissionsschutzgesetz

#### **Gesetz**

#### **zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG -)**

in der Fassung vom 14. Mai 1990 (BGBl. I S. 880), zuletzt geändert am 3. Mai 2000 (BGBl. I. S. 632)

#### **Dritter Abschnitt**

Ermittlung von Emissionen und Immissionen,  
sicherheitstechnische Prüfungen,  
Technischer Ausschuss für Anlagensicherheit

#### **§ 26**

#### **Messungen aus besonderem Anlass**

Die zuständige Behörde kann anordnen, dass der Betreiber einer genehmigungsbedürftigen Anlage oder, soweit § 22 Anwendung findet, einer nicht genehmigungsbedürftigen Anlage Art und Ausmaß der von der Anlage ausgehenden Emissionen sowie die Immissionen im Einwirkungsbereich der Anlage durch eine der von der nach Landesrecht zuständigen Behörde bekanntgegebenen Stelle ermitteln lässt, wenn zu befürchten ist, dass durch die Anlage schädliche Umwelteinwirkungen hervorgerufen werden. Die zuständige Behörde ist befugt, Einzelheiten über Art und Umfang der Ermittlungen sowie über die Vorlage des Ermittlungsergebnisses vorzuschreiben.

#### **§ 27**

#### **Emissionserklärung**

(1) Der Betreiber einer genehmigungsbedürftigen Anlage ist verpflichtet, der zuständigen Behörde innerhalb einer von ihr zu setzenden Frist oder zu dem in der Rechtsverordnung nach Abs. 4 festgesetzten Zeitpunkt Angaben zu machen über Art, Menge, räumliche und zeitliche Verteilung der Luftverunreinigungen, die von der Anlage in einem bestimmten Zeitraum ausgegangen sind, sowie über die Austrittsbedingungen (Emissionserklärung); er hat die Emissionserklärung alle vier Jahre entsprechend dem neuesten Stand zu ergänzen. § 52 Abs. 5 gilt sinngemäß. Satz 1 gilt nicht für Betreiber von Anlagen, von denen nur in geringem Umfang Luftverunreinigungen ausgehen können.

(2) Auf die nach Absatz 1 erlangten Kenntnisse und Unterlagen sind die §§ 93, 97, 105 Abs. 1, § 111 Abs. 5 in Verbindung mit § 105 Abs. 1 sowie § 116 Abs. 1 der Abgabenordnung nicht anzuwenden. Dies gilt nicht, soweit die Finanzbehörden die Kenntnisse für die Durchführung eines Verfahrens wegen einer Steuerstrafat sowie eines damit zusammenhängenden Besteuerungsverfahrens benötigen, an deren Verfolgung ein zwingendes öffentliches Interesse besteht, oder soweit es sich um vorsätzlich falsche Angaben des Auskunftspflichtigen oder der für ihn tätigen Personen handelt.

(3) Einzelangaben der Emissionserklärung dürfen nicht veröffentlicht werden, wenn aus diesen Rückschlüsse auf Betriebs- oder Geschäftsgeheimnisse gezogen werden können. Bei Abgabe der Emissionserklärung hat der Betreiber der zuständigen Behörde mitzuteilen und zu begründen, welche Einzelangaben der Emissionserklärung Rückschlüsse auf Betriebs- oder Geschäftsgeheimnisse erlauben.

(4) Die Bundesregierung wird ermächtigt, durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates Inhalt, Umfang, Form und Zeitpunkt der Abgabe der Emissionserklärung sowie das bei der Ermittlung der Emissionen einzuhaltende Verfahren zu regeln. In der Rechtsverordnung wird auch bestimmt, welche Betreiber genehmigungsbedürftiger Anlagen nach Absatz 1 Satz 3 von der Pflicht zur Abgabe einer Emissionserklärung befreit sind.

## § 28

### **Erstmalige und wiederkehrende Messungen bei genehmigungsbedürftigen Anlagen**

Die zuständige Behörde kann bei genehmigungsbedürftigen Anlagen

1. nach der Inbetriebnahme oder Änderung im Sinne des § 15 oder des § 16 und sodann
2. nach Ablauf eines Zeitraumes von jeweils 3 Jahren

Anordnungen nach § 26 auch ohne die dort genannten Voraussetzungen treffen. Hält die Behörde wegen Art, Menge und Gefährlichkeit der von der Anlage ausgehenden Emissionen Ermittlungen auch während des in Nummer 2 genannten Zeitraumes für erforderlich, so soll sie auf Antrag des Betreibers zulassen, dass diese Ermittlungen durch den Immissionsschutzbeauftragten durchgeführt werden, wenn dieser hierfür die erforderliche Fachkunde, Zuverlässigkeit und gerätetechnische Ausstattung besitzt.

## § 29

### **Kontinuierliche Messungen**

(1) Die zuständige Behörde kann bei genehmigungsbedürftigen Anlagen anordnen, dass statt durch Einzelmessungen nach § 26 oder § 28 oder neben solchen Messungen bestimmte Emissionen oder Immissionen unter Verwendung aufzeichnender Messgeräte fortlaufend ermittelt werden. Bei Anlagen mit erheblichen Emissionsmassenströmen luftverunreinigender Stoffe oder erheblichen Abgasströmen, insbesondere bei Anlagen mit einem Abgasstrom von mehr als 50000 m<sup>3</sup> je Stunde, sollen Anordnungen nach Satz 1 getroffen werden, soweit eine Überschreitung der in Rechtsvorschriften, Auflagen oder Anordnungen festgelegten Emissionsbegrenzungen nach der Art der Anlage nicht ausgeschlossen werden kann.

(2) Die zuständige Behörde kann bei nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen, soweit § 22 anzuwenden ist, anordnen, dass statt durch Einzelmessungen nach § 26 oder neben solchen Messungen bestimmte Emissionen oder Immissionen unter Verwendung aufzeichnender Messgeräte fortlaufend ermittelt werden, wenn dies zur Feststellung erforderlich ist, ob durch die Anlage schädliche Umwelteinwirkungen hervorgerufen werden.

## § 29 a

### **Anordnung sicherheitstechnischer Prüfungen**

(1) Die zuständige Behörde kann anordnen, dass der Betreiber einer genehmigungsbedürftigen Anlage einen der von der nach Landesrecht zuständigen Behörde bekanntgegebenen Sachverständigen mit der Durchführung bestimmter sicherheitstechnischer Prüfungen sowie Prüfungen von sicherheitstechnischen Unterlagen beauftragt. In der Anordnung kann die Durchführung der Prüfungen durch den Störfallbeauftragten (§ 58 a), einen Sachverständigen nach § 14 des Gerätesicherheitsgesetzes oder einen in einer für Anlagen nach § 2 Abs 2 a des Gerätesicherheitsgesetzes erlassenen Rechtsverordnung genannten Sachverständigen gestattet werden, wenn diese hierfür die erforderliche Fachkunde, Zuverlässigkeit und gerätetechnische Ausstattung besitzen; das gleiche gilt für einen nach § 36 Abs. 1 der Gewerbeordnung bestellten Sachverständigen, der eine besondere Sachkunde im Bereich sicherheitstechnischer Prüfungen nachweist. Die zuständige Behörde ist befugt, Einzelheiten über Art und Umfang der sicherheitstechnischen Prüfungen sowie über die Vorlage des Prüfungsergebnisses vorzuschreiben.

(2) Prüfungen können angeordnet werden

1. für einen Zeitpunkt während der Errichtung oder sonst vor der Inbetriebnahme der Anlage,
2. für einen Zeitpunkt nach deren Inbetriebnahme,
3. in regelmäßigen Abständen,
4. im Falle einer Betriebseinstellung oder
5. Wenn Anhaltspunkte dafür bestehen, dass bestimmte sicherheitstechnische Anforderungen nicht erfüllt werden.

Satz 1 gilt entsprechend bei einer Änderung im Sinne des § 15 oder des § 16.

(3) Der Betreiber hat die Ergebnisse der sicherheitstechnischen Prüfungen der zuständigen Behörde spätestens einen Monat nach Durchführung der Prüfungen vorzulegen; er hat diese Ergebnisse unverzüglich vorzulegen, sofern dies zur Abwehr gegenwärtiger Gefahren erforderlich ist.

## **§ 30**

### **Kosten der Messungen und sicherheitstechnischen Prüfungen**

Die Kosten für die Ermittlungen der Emissionen und Immissionen sowie für die sicherheitstechnischen Prüfungen trägt der Betreiber der Anlage. Bei nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen trägt der Betreiber die Kosten für Ermittlungen nach § 26 oder § 29 Abs. 2 nur, wenn die Ermittlungen ergeben, dass

1. Auflagen oder Anordnungen nach den Vorschriften dieses Gesetzes oder der auf dieses Gesetz gestützten Rechtsverordnungen nicht erfüllt worden sind oder
2. Anordnungen oder Auflagen nach den Vorschriften dieses Gesetzes oder der auf dieses Gesetz gestützten Rechtsverordnungen geboten sind.

## **§ 31**

### **Auskunft über ermittelte Emissionen und Immissionen**

Der Betreiber der Anlage hat das Ergebnis der aufgrund einer Anordnung nach § 26, § 28 oder § 29 getroffenen Ermittlungen der zuständigen Behörde auf Verlangen mitzuteilen und die Aufzeichnungen der Messgeräte nach § 29 fünf Jahre lang aufzubewahren. Die zuständige Behörde kann die Art der Übermittlung der Messergebnisse vorschreiben.



## 7.2 Auszug aus der TA Luft

Die TA Luft enthält Forderungen nach kontinuierlicher Messung bestimmter Emissionen (siehe unter 3.2.3).

**Tabelle 7.1:** Messobjekte für die nach TA Luft eine kontinuierliche Messung gefordert wird

<b>Messobjekt</b>	<b>Kriterium für die Anordnung einer kontinuierlichen Messung → Massenstrom</b>
Abgastrübung	staubförmige Stoffe 2 kg/h bis 5 kg/h
Staubkonzentration	staubförmige Stoffe über 5 kg/h oder bei Überschreiten des fünfachen der unter 2.3, 3.1.4 oder 3.1.7 genannten Massenströme
Schwefeldioxid	über 50 kg/h
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid	über 30 kg/h
Stickstoffdioxid	wenn sich anhand von Einzelmessungen ergibt, dass der Anteil des NO <sub>2</sub> an den Stickstoffoxidemissionen nicht unter 10 % liegt
Kohlenmonoxid <sup>1)</sup>	über 5 kg/h
Kohlenmonoxid <sup>2)</sup>	über 100 kg/h
Fluor und gasförmige anorganische Fluorverbindungen, angegeben als Fluorwasserstoff	über 0,5 kg/h
gasförmige anorganische Chlorverbindungen, angegeben als Chlorwasserstoff	über 3 kg/h
Chlor	über 1 kg/h
Schwefelwasserstoff	über 1 kg/h
Gesamtkohlenstoffgehalt	über 1 kg/h für Stoffe nach 3.1.7 Klasse I über 10 kg/h für Stoffe nach 3.1.7 Klasse I bis III
Bezugsgrößen wie - Abgastemperatur - Abgasvolumenstrom - Feuchtegehalt - Druck - Sauerstoffgehalt	Auf die kontinuierliche Ermittlung kann verzichtet werden, wenn die Parameter erfahrungsgemäß nur eine geringe Schwankungsbreite haben, für die Beurteilung der Emissionen unbedeutend sind oder mit ausreichender Sicherheit auf andere Weise ermittelt werden können.

1) als Leitsubstanz zur Beurteilung des Ausbrandes bei Verbrennungsprozessen

2) in allen anderen Fällen

**Erste allgemeine Verwaltungsvorschrift  
zum Bundes-Immissionsschutzgesetz**

**(Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft)**

vom 27. Februar 1986 (GMBL S. 95, 202)

Nach § 48 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) vom 15. März 1974 (BGBl. I S. 721), geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 4. Oktober 1985 (BGBl. I S. 1950), erlässt die Bundesregierung nach Anhörung der beteiligten Kreise mit Zustimmung des Bundesrates folgende Allgemeine Verwaltungsvorschrift:

**2 Allgemeine Vorschriften zur Reinhaltung der Luft**

**2.1 Begriffsbestimmungen und Einheiten im Messwesen**

**2.1.1 Luftverunreinigungen**

Luftverunreinigungen im Sinne dieser Anleitung sind Veränderungen der natürlichen Zusammensetzung der Luft, insbesondere durch Rauch, Ruß, Gase, Aerosole, Dämpfe oder Geruchsstoffe; zu den Dämpfen kann auch Wasserdampf gehören.

**2.1.2 Immissionen**

Immissionen im Sinne dieser Anleitung sind auf Menschen sowie Tiere, Pflanzen oder andere Sachen einwirkende Luftverunreinigungen.

Immissionen werden wie folgt angegeben:

Massenkonzentration

als Masse der luftverunreinigenden Stoffe bezogen auf das Volumen der verunreinigten Luft in den Einheiten g/m<sup>3</sup>, mg/m<sup>3</sup> oder µg/m<sup>3</sup>,

Staubniederschlag

Als zeitbezogene Massenbedeckung in den Einheiten g/(m<sup>2</sup>d) oder mg/(m<sup>2</sup>d).

**2.1.3 Emissionen**

Emissionen im Sinne dieser Anleitung sind die von einer Anlage ausgehenden Luftverunreinigungen.

Emissionen werden wie folgt angegeben:

- a) Masse der emittierten Stoffe bezogen auf das Volumen
  - aa) von Abgas im Normzustand (0 °C, 1013 mbar) nach Abzug des Feuchtgehaltes an Wasserdampf
  - bb) von Abgas (f) im Normzustand (0 °C, 1013 mbar) vor Abzug des Feuchtgehaltes an Wasserdampf als Massenkonzentration in den Einheiten g/m<sup>3</sup> oder mg/m<sup>3</sup>,
- b) Masse der emittierten Stoffe bezogen auf die Zeit als Massenstrom in den Einheiten kg/h, g/h oder mg/h; der Massenstrom ist die während einer Betriebsstunde bei bestimmungsgemäßem Betrieb einer Anlage unter den für die Luftreinhaltung ungünstigsten Betriebsbedingungen auftretende gesamte Emission;
- c) Verhältnis der Masse der emittierten Stoffe zu der Masse der erzeugten oder verarbeiteten Produkte (Emissionsfaktoren) als Massenverhältnis in den Einheiten kg/t oder g/t.

Abgase im Sinne dieser Anleitung sind die Trägergase mit den festen, flüssigen oder gasförmigen Emissionen.

Die Luftmengen, die einer Einrichtung der Anlage zugeführt werden, um das Abgas zu verdünnen oder zu kühlen, bleiben bei der Bestimmung der Massenkonzentration unberücksichtigt.

#### **2.1.4 Emissionsgrad**

Emissionsgrad im Sinne dieser Anleitung ist das Verhältnis der im Abgas emittierten Masse eines luftverunreinigenden Stoffes zu der mit den Brenn- oder Einsatzstoffen zugeführten Masse; er wird angegeben als Vomhundertsatz.

#### **2.1.5 Emissionswerte und Emissionsbegrenzungen**

Emissionswerte im Sinne dieser Anleitung sind Grundlagen für Emissionsbegrenzungen.

Emissionsbegrenzungen sind die im Genehmigungsbescheid oder in einer nachträglichen Anordnung festzulegenden

- a) zulässigen Massenkonzentrationen von Luftverunreinigungen im Abgas mit der Maßgabe, dass
  - aa) sämtliche Tagesmittelwerte die festgelegte Massenkonzentration,
  - bb) 97 von Hundert aller Halbstundenmittelwerte Sechsfünftel der festgelegten Massenkonzentration und
  - cc) sämtliche Halbstundenmittelwerte das 2-fache der festgelegten Massenkonzentration nicht überschreiten,
- b) zulässigen Massenverhältnisse,
- c) zulässigen Emissionsgrade,
- d) zulässigen Massenströme,
- e) einzuhaltenden Geruchsminderungsgrade oder
- f) sonstigen Anforderungen zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen.

#### **2.1.6 Geruchszahl**

Geruchszahl im Sinne dieser Anleitung ist das olfaktometrisch gemessene Verhältnis der Volumenströme bei Verdünnung einer Abgasprobe bis zur Geruchsschwelle; sie wird angegeben als Vielfaches der Geruchsschwelle.

#### **2.1.7 Einheiten und Abkürzungen**

µm	Mikrometer; 1 µm = 0,001 mm
ng	Nanogramm; 1 ng = 0,001 µg
µg	Mikrogramm; 1 µg = 0,001 mg
mg	Milligramm; 1 mg = 0,001 g
mbar	Millibar; 1 mbar = 0,001 bar = 100 Pa
kJ/kg	Kilojoule durch Kilogramm
MW	Megawatt
m³/h	Kubikmeter durch Stunde (Volumenstrom)
kn	Knoten; 1 kn = 0,514 m/s
t	Tonne
h	Stunde
d	Tag

#### **2.3 Krebserzeugende Stoffe**

Die im Abgas enthaltenen Emissionen krebserzeugender Stoffe sind unter Beachtung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit so weit wie möglich zu begrenzen.

Auf Teil II A1 und A2 der MAK-Werte-Liste (Liste der Maximalen Arbeitsplatzkonzentrationen der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft) wird hingewiesen.

Die nachstehend genannten krebserzeugenden Stoffe dürfen, auch beim Vorhandensein mehrerer Stoffe derselben Klasse, folgende Massenkonzentrationen im Abgas nicht überschreiten:

*Klasse I:*

Asbest (Chrysotil, Krokydolith, Amosit, Anthophyllit, Aktinolith und Tremolit) als Feinstaub  
Benzo(a)pyren

Beryllium und seine Verbindungen in atembarer Form, angegeben als Beryllium

Dibenz(a,h)anthracen

2-Naphthylamin

bei einem Massenstrom von 0,5 g/h oder mehr 0,1 mg/m<sup>3</sup>

*Klasse 2:*

Arsentrioxid- und Arsenpentoxid, arsenige Säure und ihre Salze, Arsensäure und ihre Salze (in atembarer Form), angegeben als As

Chrom(VI)verbindungen (in atembarer Form), Calciumchromat, Chrom(III)chromat, Strontiumchromat und Zinkchromat, angegeben als Cr

Cobalt (in Form atembarer Stäube/Aerosole von Cobaltmetall und schwerlöslichen Cobaltsalzen), angegeben als Co

3,3'-Dichlorbenzidin

Dimehylsulfat

Ethylenimin

Nickel (in Form atembarer Stäube/Aerosole von Nickelmetall, Nickelsulfid und sulfidischen Erzen, Nickeloxid und Nickelcarbonat, Nickeltetracarbonyl), angegeben als Ni

bei einem Massenstrom von 5 g/h oder mehr 1 mg/m<sup>3</sup>

*Klasse III:*

Acrylnitril

Benzol

1,3 Butadien

1-Chlor-2,3-epoxypropan (Epichlorhydrin)

1,2-Dibromethan

1,2-Epoxypropan

Ethylenoxid

Hydrazin

Vinylchlorid

bei einem Massenstrom von 25 g/h oder mehr 5 mg/m<sup>3</sup>

Beim Vorhandensein von Stoffen mehrerer Klassen darf unbeschadet des Absatzes 3 beim Zusammentreffen von Stoffen der Klassen I und II die Massenkonzentration im Abgas insgesamt 1 mg/m<sup>3</sup> sowie beim Zusammentreffen von Stoffen der Klassen I und III oder der Klassen II und III die Massenkonzentration im Abgas insgesamt 5 mg/m<sup>3</sup> nicht überschreiten.

### **3        Begrenzung und Feststellung der Emissionen**

#### **3.1      Allgemeine Regelungen zur Begrenzung der Emissionen**

Die folgenden Vorschriften in 3.1.1. bis 3.3 enthalten

- Emissionswerte, deren Überschreiten nach dem Stand der Technik vermeidbar ist,
- emissionsbegrenzende Anforderungen, die dem Stand der Technik entsprechen,
- sonstige Anforderungen zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen und
- Verfahren zur Ermittlung der Emissionen.

Die diesen Vorschriften entsprechenden Anforderungen sollen im Genehmigungsbescheid für jede Einzelquelle und für jeden luftverunreinigenden Stoff oder jede Stoffgruppe festgelegt werden, soweit die Stoffe oder Stoffgruppen in relevantem Umfang im Rohgas enthalten sind.

Soweit aus betrieblichen oder messtechnischen Gründen (z.B. Chargenbetrieb, längere Kalibrierzeit) für Emissionsbegrenzungen andere als die nach 2.15 bestimmten Mitteilungszeiten erforderlich sind, sind diese entsprechend festzulegen.

Für Anfahr- oder Abstellvorgänge, bei denen ein Überschreiten des Zweifachen der festgelegten Emissionsbegrenzung nicht verhindert werden kann, sind Sonderregelungen zu treffen. Hierzu gehören insbesondere Vorgänge, bei denen eine

- Abgasreinigungseinrichtung aus Sicherheitsgründen (Verpuffungs-, Verstopfungs- oder Korrosionsgefahr) umfahren werden muss,
- Abgasreinigungseinrichtung wegen zu geringen Abgasdurchsatzes noch nicht voll wirksam ist, oder
- Abgaserfassung und -reinigung während der Beschickung oder Entleerung von Behältern bei diskontinuierlichen Produktionsprozessen nicht oder nur unzureichend möglich ist.

### **3.1.1 Allgemeines**

Die Regelungen in 3.1 in Verbindung mit 3.2 gelten für alle Anlagen; ergänzende oder abweichende Regelungen in 3.3 gehen den Anforderungen vor, die sich aus 2.3, 3.1, 3.2 oder 4.2 ergeben. 2.3 Abs. 1 und 3.1.7 Abs. 7 bleiben unberührt.

Soweit 2.3, 3.1 oder 3.3 keine oder keine vollständigen Regelungen zur Begrenzung der Emissionen enthalten, sollen zu Prozess- und Gasreinigungstechniken Richtlinien des VDI-Handbuchs Reinhaltung der Luft und DIN-Normen herangezogen werden.

### **3.1.2 Grundsätzliche Anforderungen**

Die Anlagen müssen mit Einrichtungen zur Begrenzung der Emissionen ausgerüstet und betrieben werden, die dem Stand der Technik entsprechen. Die emissionsbegrenzenden Maßnahmen sollen sowohl auf eine Verminderung der Massenkonzentration als auch der Massenströme oder Massenverhältnisse der von einer Anlage ausgehenden Luftverunreinigungen ausgerichtet sein, um die Entstehung von luftverunreinigenden Emissionen von vornherein zu vermeiden oder zu minimieren.

Dabei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- Verminderung der Abgasmenge, z.B. durch Kapselung von Anlagenteilen, gezielte Erfassung von Abgasströmen, Anwendung der Umluftführung unter Berücksichtigung arbeitsschutzrechtlicher Anforderungen
- Verfahrensoptimierung, z.B. weitgehende Ausnutzung von Einsatzstoffen und Energie
- Optimierung von An- und Abfahrvorgängen und sonstigen besonderen Betriebszuständen.

Wenn Stoffe nach 2.3, 3.1.4 Klasse I oder II oder Blei und seine Verbindungen, 3.1.6 Klasse I oder II, 3.1.7 Klasse I oder 3.1.7 Absatz 7 emittiert werden können, sollen die Einsatzstoffe (Roh- oder Hilfsstoffe) möglichst so gewählt werden, dass geringe Emissionen entstehen.

Verfahrenskreisläufe, die durch Anreicherung zu erhöhten Emissionen an Stoffen nach 2.3, 3.1.4 Klasse I oder II, 3.1.7 Absatz 7 oder bleihaltiger Stoffe führen können, sind durch technische oder betriebliche Maßnahmen möglichst zu vermeiden. Soweit diese Verfahrenskreisläufe betriebsnotwendig sind, z.B. bei der Aufarbeitung von Produktionsrückständen zur Rückgewinnung von Metallen, müssen Maßnahmen zur Vermeidung erhöhter Emissionen getroffen werden, z.B. durch gezielte Stoffausschleusung oder den Einbau besonders wirksamer Gasreinigungseinrichtungen.

Betriebsvorgänge, die mit Abschaltungen oder Umgehungen der Gasreinigungseinrichtungen verbunden sind, müssen im Hinblick auf geringe Emissionen ausgelegt und betrieben sowie durch Aufzeichnung geeigneter Prozessgrößen besonders überwacht werden. Für den Ausfall von Einrichtungen zur Emissionsminderung sind Maßnahmen vorzusehen, um die Emissionen unverzüglich so weit wie möglich zu vermindern.

Soweit Emissionswerte auf Sauerstoffgehalte im Abgas bezogen sind, sind die im Abgas gemessenen Emissionen nach folgender Gleichung umzurechnen:

$$E_B = \frac{21 - O_B}{21 - O_M} \times E_M$$

Darin bedeuten:

$E_M$  gemessene Emission

$E_B$  Emission, bezogen auf den Bezugssauerstoffgehalt

$O_M$  gemessener Sauerstoffgehalt

$O_B$  Bezugssauerstoffgehalt.

Werden zur Emissionsminderung Abgasreinigungseinrichtungen eingesetzt, darf die Umrechnung nur für die Zeiten erfolgen, in denen der gemessene Sauerstoffgehalt über dem Bezugssauerstoffgehalt liegt. Bei Verbrennungsprozessen mit reinem Sauerstoff oder sauerstoffangereicherter Luft sind Sonderregelungen zu treffen.

### 3.1.3 Gesamtstaub

Die im Abgas enthaltenen staubförmigen Emissionen dürfen

- bei einem Massenstrom von mehr als 0,5 kg/h die Massenkonzentration 50 mg/m<sup>3</sup>
  - bei einem Massenstrom bis einschließlich 0,5 kg/h die Massenkonzentration 0,15 g/m<sup>3</sup>
- nicht überschreiten

### 3.1.4 Staubförmige anorganische Stoffe

Die nachstehend genannten staubförmigen anorganischen Stoffe dürfen, auch beim Vorhandensein mehrerer Stoffe derselben Klasse, insgesamt folgende Massenkonzentrationen im Abgas nicht überschreiten:

#### *Klasse I:*

Cadmium und seine Verbindungen, angegeben als Cd  
Quecksilber und seine Verbindungen, angegeben als Hg  
Thallium und seine Verbindungen, angegeben als Tl  
bei einem Massenstrom von 1 g/h oder mehr

#### *Klasse II:*

Arsen und seine Verbindungen, angegeben als As  
Cobalt und seine Verbindungen, angegeben als Co  
Nickel und seine Verbindungen, angegeben als Ni  
Selen und seine Verbindungen, angegeben als Se  
Tellur und seine Verbindungen, angegeben als Te  
bei einem Massenstrom von 5 g/h oder mehr

*Klasse III:*

Antimon und seine Verbindungen, angegeben als Sb  
Blei und seine Verbindungen, angegeben als Pb  
Chrom und seine Verbindungen, angegeben als Cr  
Cyanide leicht löslich (z.B. NaCN), angegeben als CN  
Fluoride leicht löslich (z.B. NaF), angegeben als F  
Kupfer und seine Verbindungen, angegeben als Cu  
Mangan und seine Verbindungen, angegeben als Mn  
Platin und seine Verbindungen, angegeben als Pt  
Palladium und seine Verbindungen, angegeben als Pd  
Rhodium und seine Verbindungen, angegeben als Rh  
Vanadium und seine Verbindungen, angegeben als V  
Zinn und seine Verbindungen, angegeben als Sn  
bei einem Massenstrom von 25 g/h oder mehr

2.3 bleibt unberührt.

Staubförmige anorganische Stoffe mit begründetem Verdacht auf krebserzeugendes Potential sind der Klasse III zuzuordnen; auf Teil II B der MAK-Werte-Liste wird hingewiesen.

Beim Vorhandensein von Stoffen mehrerer Klassen darf unbeschadet des Absatzes 1 beim Zusammentreffen von Stoffen der Klassen I und II die Massenkonzentration im Abgas insgesamt 1 mg/m<sup>3</sup> sowie beim Zusammentreffen von Stoffen der Klassen I und III oder der Klassen II und III die Massenkonzentration im Abgas insgesamt 5 mg/m<sup>3</sup> nicht überschreiten.

Sind bei der Ableitung von Abgasen physikalische Bedingungen (Druck, Temperatur) gegeben, bei denen die Stoffe zu einem wesentlichen Anteil dampf- oder gasförmig vorliegen können, ist zu prüfen, ob unter Berücksichtigung der besonderen Umstände des Einzelfalles die in Absatz 1 genannten Massenkonzentrationen auch für die Summe der dampf-, gas- und staubförmigen Emissionen eingehalten werden können.

### **3.1.7 Organische Stoffe**

Die in Anhang E nach den Klassen I bis III eingeteilten organischen Stoffe dürfen, auch beim Vorhandensein mehrerer Stoffe derselben Klasse, folgende Massenkonzentrationen nicht überschreiten:

#### *Stoffe der Klasse I*

bei einem Massenstrom von 0,1 kg/h oder mehr: 20 mg/m<sup>3</sup>

#### *Stoffe der Klasse II*

bei einem Massenstrom von 2 kg/h oder mehr: 0,10 g/m<sup>3</sup>

#### *Stoffe der Klasse III*

bei einem Massenstrom von 3 kg/h oder mehr: 0,15 g/m<sup>3</sup>

Beim Vorhandensein von organischen Stoffen mehrerer Klassen darf, bei einem Massenstrom von insgesamt 3 kg/h oder mehr, zusätzlich zu den Anforderungen nach Satz 1 die Massenkonzentration im Abgas insgesamt 0,15 g/m<sup>3</sup> nicht überschreiten.

Die in Anhang E nicht aufgeführten organischen Stoffe sind den Klassen zuzuordnen, deren Stoffen sie in ihrer Einwirkung auf die Umwelt am nächsten stehen. Dabei sind insbesondere Abbaubarkeit und Anreicherbarkeit, Toxizität, Auswirkungen von Abbauvorgängen mit ihren jeweiligen Folgeprodukten und Geruchsintensität zu berücksichtigen.

2.3 bleibt unberührt.

Organische Stoffe mit begründetem Verdacht auf krebserzeugendes Potential sind der Klasse I zuzuordnen; auf Teil III B der MAK-Werte-Liste wird hingewiesen.

Für staubförmige organische Stoffe, die den Klassen II oder III zuzuordnen sind, gelten abweichend von Satz 1 und 2 die Anforderungen nach 3.1.3.

Bei Stoffen, die sowohl schwer abbaubar und leicht anreicherbar als auch von hoher Toxizität sind oder die aufgrund sonstiger besonders schädlicher Umwelteinwirkungen keiner der drei vorgenannten Klassen zugeordnet werden können (z.B. polyhalogenierte Dibenzodioxine, polyhalogenierte Dibenzofurane oder polyhalogenierte Biphenyle), ist der Emissionsmassenstrom unter Beachtung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit so weit wie möglich zu begrenzen. Hierbei sind neben der Abgasreinigung insbesondere prozess-technische Maßnahmen sowie Maßnahmen mit Auswirkungen auf die Beschaffenheit von Einsatzstoffen und Erzeugnissen zu treffen.

### **3.2 Messung und Überwachung der Emissionen**

#### **3.2.1 Messplätze**

Bei der Genehmigung von Anlagen soll die Einrichtung von Messplätzen oder Probenahmestellen gefordert und näher bestimmt werden. Die Empfehlungen der Richtlinie VDI 2066 Blatt 1 vom Oktober 1975 sollen beachtet werden. Die Messplätze sollen ausreichend groß, leicht begehbar, so beschaffen sein und so ausgewählt werden, dass eine für die Emissionen der Anlage repräsentative und messtechnisch einwandfreie Emissionsmessung ermöglicht wird.

#### **3.2.2 Einzelmessungen**

##### **3.2.2.1 Erstmalige und wiederkehrende Messungen**

Es soll gefordert werden, dass nach Errichtung, wesentlicher Änderung und anschließend wiederkehrend jeweils nach Ablauf von drei Jahren durch Messungen einer nach § 26 BImSchG bekanntgegebenen Stelle die Emissionen aller luftverunreinigenden Stoffe, für die im Genehmigungsbescheid nach 3.1 Abs. 2 Emissionsbegrenzungen festzulegen sind, festgestellt werden.

Die erstmaligen Messungen nach Errichtung oder wesentlicher Änderung sollen nach Erreichen des ungestörten Betriebes, jedoch frühestens nach dreimonatigem Betrieb und spätestens zwölf Monate nach Inbetriebnahme vorgenommen werden.

Von der Forderung nach erstmaligen oder wiederkehrenden Messungen ist abzusehen, wenn die Feststellung der Emissionen nach 3.2.3 oder 3.2.4 erfolgt.

Auf Einzelmessungen nach Abs. 1 kann verzichtet werden, wenn durch andere Prüfungen, z.B. durch einen Nachweis über die Wirksamkeit von Einrichtungen zur Emissionsminderung, die Zusammensetzung von Brenn- oder Einsatzstoffen oder die Prozessbedingungen mit ausreichender Sicherheit festgestellt werden kann, dass die Emissionsbegrenzungen nicht überschritten werden.

##### **3.2.2.2 Messplanung**

Messungen zur Feststellung der Emissionen sollen so durchgeführt werden, dass die Ergebnisse für die Emissionen der Anlage repräsentativ und bei vergleichbaren Anlagen und Betriebsbedingungen miteinander vergleichbar sind. Bei der Messplanung sollen die Grundsätze der Richtlinie VDI 2066 Bl. 1 vom Oktober 1975 beachtet werden.

Bei Anlagen mit überwiegend zeitlich unveränderlichen Betriebsbedingungen sollen mindestens 3 Einzelmessungen bei ungestörtem Dauerbetrieb mit höchster Emission und mindestens jeweils eine weitere Messung bei regelmäßig auftretenden Betriebszuständen mit schwankendem Emissionsverhalten, z.B. bei Reinigungs- oder Regenerierungsarbeiten oder bei längeren An- oder Abfahrvorgängen, durchgeführt werden. Bei Anlagen mit überwiegend zeitlich veränderlichen Betriebsbedingungen sollen Messungen in ausreichender Zahl, jedoch mindestens sechs bei Betriebsbedingungen, die erfahrungsgemäß zu den höchsten Emissionen führen können, durchgeführt werden.

Die Dauer der Einzelmessung soll eine halbe Stunde nicht überschreiten; das Ergebnis der Einzelmessung ist als Halbstundenmittelwert zu ermitteln und anzugeben. In besonderen Fällen, z.B. bei Chargenbetrieb oder soweit in 2, 3.1 oder 3.3 andere Mitteilungszeiten festgelegt sind, ist die Mitteilungszeit entsprechend anzupassen.

Bei der Messung staubförmiger Emissionen, z.B. nach 2.3 oder 3.1.4, ist durch ausreichende Dauer der Probenahmezeit sicherzustellen, dass die Menge des Probenahmegutes 1 vom Tausend des Filtergewichtes, in der Regel mindestens 20 Milligramm, beträgt. Das Messergebnis ist auf die angewandte Probenahmezeit zu beziehen.

Bei Stoffen, die zu einem wesentlichen Anteil dampf- oder gasförmig vorliegen, sind bei der Messung besondere Vorkehrungen zur Erfassung dieser Anteile zu treffen (z.B. Anwendung von Impinger i.S. VDI 2452 Bl. 1).

### **3.2.2.3 Auswahl von Messverfahren**

Messungen zur Feststellung der Emissionen sollen unter Einsatz von Messverfahren und Messeinrichtungen durchgeführt werden, die dem Stand der Messtechnik entsprechen. Die Emissionsmessungen sollen unter Beachtung der in Anhang G aufgeführten Richtlinien des VDI-Handbuchs Reinhaltung der Luft beschriebenen Messverfahren durchgeführt werden.

Für die Probenahme sind die Grundsätze der Richtlinie VDI 2066 Bl. 1 vom Oktober 1975 zu beachten. Darüber hinaus sollen Messverfahren und Messgeräte den Anforderungen der in Anhang F genannten VDI-Richtlinien entsprechen.

Andere oder ergänzende Messverfahren sind insbesondere zulässig, wenn sie vom Bundesminister des Innern nach Abstimmung mit den zuständigen obersten Landesbehörden im Gemeinsamen Ministerialblatt als geeignet bekanntgegeben worden sind.

### **3.2.2.4 Auswertung und Beurteilung der Messergebnisse**

Es soll gefordert werden, dass über das Ergebnis der Messungen ein Messbericht erstellt und unverzüglich vorgelegt wird. Der Messbericht soll Angaben über die Messplanung, das Ergebnis jeder Einzelmessung, das verwendete Messverfahren und die Betriebsbedingungen, die für die Beurteilung der Einzelwerte und der Messergebnisse von Bedeutung sind, enthalten. Hierzu gehören auch Angaben über Brenn- und Einsatzstoffe sowie über den Betriebszustand der Anlage und der Einrichtungen zur Emissionsminderung; die Empfehlungen der Richtlinie VDI 2066 Blatt 1 vom Oktober 1975 sind zu beachten.

Die Anlage ist hinsichtlich der Emissionen nicht zu beanstanden, wenn das Ergebnis jeder Einzelmessung die im Genehmigungsbescheid festgelegten Emissionsbegrenzungen nicht überschreitet.

### **3.2.2.5 Messungen geruchsintensiver Stoffe**

Werden bei der Genehmigung einer Anlage die Emissionen geruchsintensiver Stoffe durch Festlegung des Geruchsminderungsgrades einer Abgasreinigungseinrichtung begrenzt, soll dieser durch olfaktometrische Messungen überprüft werden.

## **3.2.3 Kontinuierliche Messungen**

### **3.2.3.1 Messprogramm**

Eine Überwachung der Emissionen durch kontinuierliche Messungen soll gefordert werden, soweit die in 3.2.3.2 oder 3.2.3.3 festgelegten Massenströme überschritten und Emissionsbegrenzungen festgelegt werden.

Wenn zu erwarten ist, dass bei einer Anlage die im Genehmigungsbescheid festgelegten zulässigen Massenkonzentrationen wiederholt überschritten werden, z.B. bei wechselnder Betriebsweise einer Anlage oder bei Störanfälligkeit einer Einrichtung zur Emissionsminderung, kann die kontinuierliche Messung der Emissionen auch bei geringeren als den in 3.2.3.2 oder 3.2.3.3 angegebenen Massenströmen gefordert werden. Bei Anlagen, bei denen im ungestörten Betrieb die Emissionsminderungseinrichtungen aus sicherheitstechnischen Gründen wiederholt außer Betrieb gesetzt oder deren Wirkung erheblich vermindert werden muss, ist von den Massenströmen auszugehen, die sich unter Berücksichtigung der verbleibenden Abscheideleistung ergeben.

Soweit die luftverunreinigenden Stoffe im Abgas in einem festen Verhältnis zueinander stehen, kann die kontinuierliche Messung auf die bestimmende Komponente beschränkt werden. Im übrigen kann auch die kontinuierliche Messung der Emissionen verzichtet werden, wenn durch andere Prüfungen, z.B. durch fortlaufende Feststellung der Wirksamkeit von Einrichtungen zur Emissionsminderung, der Zusammensetzung von Brenn- oder Einsatzstoffen oder der Prozessbedingungen mit ausreichender Sicherheit festgestellt werden kann, dass die Emissionsbegrenzungen nicht überschritten werden. Entsprechendes gilt, wenn die in 3.2.3.2 oder 3.2.3.3 genannten Massenströme in weniger als 10 vom Hundert der Betriebszeit überschritten werden und die Voraussetzungen nach Abs. 2 Satz 2 nicht vorliegen.

### **3.2.3.2 Staubförmige Emissionen**

Bei Anlagen mit einem Emissionsmassenstrom an staubförmigen Stoffen von 2 kg/h bis 5 kg/h sollen die relevanten Quellen mit Messeinrichtungen ausgerüstet werden, die die Abgastrübung, z.B. über die optische Transmission, kontinuierlich ermitteln.

Bei Anlagen mit einem Emissionsmassenstrom an staubförmigen Stoffen von mehr als 5 kg/h sollen die relevanten Quellen mit Messeinrichtungen ausgerüstet werden, die die Massenkonzentration der staubförmigen Emissionen kontinuierlich ermitteln.

Bei Anlagen mit staubförmigen Emissionen an Stoffen nach 2.3, 3.1.4 oder 3.1.7 Klasse I sollen die relevanten Quellen mit Messeinrichtungen ausgerüstet werden, die die Gesamtstaubkonzentration kontinuierlich ermitteln, wenn der Emissionsmassenstrom das Fünffache eines der dort genannten Massenströme überschreitet.

### **3.2.3.3 Dampf- und gasförmige Emissionen**

Bei Anlagen, deren Emissionen an dampf- oder gasförmigen Stoffen einen oder mehrere der folgenden Emissionsmassenströme überschreiten, sollen die relevanten Quellen mit Messeinrichtungen ausgerüstet werden, die die Massenkonzentration der betroffenen Stoffe kontinuierlich ermitteln:

Schwefeldioxid	50 kg/h
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, angegeben als Stickstoffdioxid	30 kg/h
Kohlenmonoxid als Leitsubstanz zur Beurteilung des Ausbrandes bei Verbrennungsprozessen	5 kg/h
Kohlenmonoxid in allen anderen Fällen	100 kg/h
Fluor und gasförmige anorganische Fluorverbindungen, angegeben als Fluorwasserstoff	0,5 kg/h
gasförmige anorganische Chlorverbindungen, angegeben als Chlorwasserstoff	3 kg/h
Chlor	1 kg/h
Schwefelwasserstoff	1 kg/h.

Ist die Massenkonzentration an Schwefeldioxid kontinuierlich zu messen, soll die Massenkonzentration an Schwefeltrioxid bei der Kalibrierung ermittelt und durch Berechnung berücksichtigt werden.

Ergibt sich aufgrund von Einzelmessungen, dass der Anteil des Stickstoffdioxides an den Stickstoffoxidemissionen unter 10 von Hundert liegt, soll auf die kontinuierliche Messung des Stickstoffdioxides verzichtet und dessen Anteil durch Berechnung berücksichtigt werden.

Bei Anlagen, bei denen der Emissionsmassenstrom organischer Stoffe, angegeben als Gesamtkohlenstoff, für Stoffe nach 3.1.7 Klasse I 1 kg/h  
Stoffe nach 3.1.7 Klasse I bis III insgesamt 10 kg/h überschreitet, sollen die relevanten Quellen mit Messeinrichtungen ausgerüstet werden, die den Gesamtkohlenstoffgehalt kontinuierlich ermitteln.

### **3.2.3.4 Bezugsgrößen**

Anlagen, bei denen die Massenkonzentrationen der Emissionen kontinuierlich zu überwachen sind, sollen mit Messeinrichtungen ausgerüstet werden, die die zur Auswertung und Beurteilung der kontinuierlichen Messungen erforderlichen Betriebsparameter, z.B. Abgastemperatur, Abgasvolumenstrom, Feuchtegehalt, Druck oder Sauerstoffgehalt, kontinuierlich ermitteln.

Auf die kontinuierliche Messung der Betriebsparameter kann verzichtet werden, wenn die Parameter erfahrungsgemäß nur eine geringe Schwankungsbreite haben, für die Beurteilung der Emissionen unbedeutend sind oder mit ausreichender Sicherheit auf andere Weise ermittelt werden können.

### **3.2.3.5 Auswahl von Messeinrichtungen**

Für die kontinuierlichen Messungen sollen geeignete Messeinrichtungen eingesetzt werden, die die Werte der nach 3.2.3.2, 3.2.3.3 oder 3.3 zu überwachenden Größen kontinuierlich ermitteln, registrieren und nach 3.2.3.6 auswerten.

Es soll gefordert werden, dass eine von der zuständigen obersten Landesbehörde für Kalibrierungen bekanntgegebenen Stelle über den ordnungsgemäßen Einbau der kontinuierlichen Messeinrichtungen eine Bescheinigung ausstellt.

Der Bundesminister des Innern veröffentlicht nach Abstimmung mit den zuständigen obersten Landesbehörden im Gemeinsamen Ministerialblatt geeignete Messeinrichtungen sowie Richtlinien über die Eignungsprüfung, den Einbau, die Kalibrierung und die Wartung von Messeinrichtungen.

### **3.2.3.6 Auswertung und Beurteilung der Messergebnisse**

Aus den Messwerten soll grundsätzlich für jede aufeinanderfolgende halbe Stunde der Halbstundenmittelwert gebildet werden. Die Halbstundenmittelwerte sollen gegebenenfalls auf die jeweiligen Bezugsgrößen umgerechnet, in mindestens 20 Klassen klassiert und als Häufigkeitsverteilung gespeichert werden. Mit der Ermittlung der Häufigkeitsverteilungen soll am Beginn eines Kalenderjahres jeweils neu begonnen werden. Die Häufigkeitsverteilungen sollen jederzeit ablesbar sein und einmal täglich aufgezeichnet werden.

Aus den Halbstundenmittelwerten soll für jeden Kalendertag der Tagesmittelwert, bezogen auf die tägliche Betriebszeit, gebildet werden. Die Tagesmittelwerte sollen als Häufigkeitsverteilung gespeichert werden.

Die Anlage ist hinsichtlich der Emissionen nicht zu beanstanden, wenn die Auswertung der Häufigkeitsverteilungen für die Betriebsstunden innerhalb eines Kalenderjahres ergibt, dass die nach 3.1 Abs.2 im Genehmigungsbescheid festgelegten Emissionsbegrenzungen nicht überschritten werden.

Es soll gefordert werden, dass der Betreiber über die Ergebnisse der kontinuierlichen Messungen Messberichte erstellt und innerhalb von 3 Monaten nach Ablauf eines jeden Kalenderjahres der zuständigen Behörde vorlegt. Der Betreiber muss die Messergebnisse 5 Jahre lang aufbewahren.

Der Bundesminister des Innern veröffentlicht nach Abstimmung mit den zuständigen obersten Landesbehörden im Gemeinsamen Ministerialblatt Richtlinien über die Auswertung und Beurteilung kontinuierlicher Emissionsmessungen.

### **3.2.3.7 Kalibrierung und Funktionsprüfung der Messeinrichtungen**

Es soll gefordert werden, dass Messeinrichtungen, die die Massenkonzentration von Emissionen kontinuierlich ermitteln und aufzeichnen, durch eine von der obersten Landesbehörde für Kalibrierungen bekanntgegebenen Stelle kalibriert und jährlich einmal auf Funktionsfähigkeit geprüft werden. Die Kalibrierung der Messeinrichtung soll sich auf eine halbe Stunde beziehen. In besonderen Fällen, z.B. bei Chargenbetrieb, bei einer längeren Kalibrierzeit als einer halben Stunde oder anderen Mitteilungszeiten nach 2, 3.1 oder 3.3, ist die Mitteilungszeit entsprechend anzupassen.

Die Kalibrierung der Messeinrichtungen soll nach einer wesentlichen Änderung, im übrigen im Abstand von 5 Jahren wiederholt werden. Die Berichte über das Ergebnis der Kalibrierung und der Prüfung der Funktionsfähigkeit sollen der zuständigen Behörde innerhalb von 8 Wochen vorgelegt werden.

Es soll gefordert werden, dass der Betreiber für eine regelmäßige Wartung und Prüfung der Funktionsfähigkeit der Messeinrichtungen sorgt.

### **3.2.4 Fortlaufende Überwachung der Emissionen besonderer Stoffe**

Bei Anlagen mit Emissionen an Stoffen nach 2.3, 3.1.4 oder 3.1.7 Klasse I soll gefordert werden, dass täglich die Massenkonzentration dieser Stoffe im Abgas als Tagesmittelwert, bezogen auf die tägliche Betriebszeit, ermittelt wird, wenn das Zehnfache der dort festgelegten Massenströme überschritten wird.

Unterliegen die Tagesmittelwerte nur geringen Schwankungen, kann die Ermittlung der Massenkonzentration dieser Stoffe im Abgas als Tagesmittelwert auch in größeren Zeitabständen, z.B. wöchentlich, monatlich oder jährlich erfolgen. Auf die Ermittlung der Emissionen besonderer Stoffe kann verzichtet werden, wenn durch andere Prüfungen, z.B. durch kontinuierliche Funktionskontrolle der Abgasreinigungseinrichtungen, mit ausreichender Sicherheit festgestellt werden kann, dass die Emissionsbegrenzungen nicht überschritten werden.

Die Einhaltung der Anforderungen nach 3.1.7 Abs. 7 ist durch fortlaufende Aufzeichnung geeigneter Betriebsgrößen nachzuweisen, soweit wegen fehlender messtechnischer Voraussetzungen eine kontinuierliche Emissionsüberwachung nicht gefordert werden kann.

Es soll gefordert werden, dass der Betreiber über die Ergebnisse der fortlaufenden Überwachung der Emissionen besonderer Stoffe Messberichte erstellt und innerhalb von 3 Monaten nach Ablauf eines jeden Kalenderjahres der zuständigen Behörde vorlegt. Der Betreiber muss die Messergebnisse 5 Jahre lang aufbewahren.

### 7.3 Auszug aus der Großfeuerungsanlagenverordnung (13.BImSchV)

Die 13. BImSchV enthält Forderungen nach kontinuierlicher Messung bestimmter Emissionen (siehe unter § 25).

**Tabelle 7.2:** Messobjekte für die nach 13. BImSchV eine kontinuierliche Messung gefordert wird

<b>Messobjekt</b>	<b>Kriterium für die Anordnung einer kontinuierlichen Messung</b>
Staubkonzentration	Feuerungsanlagen für feste oder flüssige Brennstoffe
Kohlenmonoxid	alle Anlagen
Stickstoffmonoxid	Feuerungsanlagen für feste oder flüssige Brennstoffe und Feuerungsanlagen für gasförmige Brennstoffe mit einer Feuerungswärmeleistung von mehr als 400 Megawatt
Stickstoffdioxid	wenn sich anhand von Messungen ergibt, dass der Anteil des NO <sub>2</sub> an den Stickstoffoxidemissionen nicht unter 5 % liegt
Schwefeldioxid	Feuerungsanlagen für feste oder flüssige Brennstoffe außer wenn die Brennstoffe den §§ 3 und 4 der 3. BImSchV genügen (Begrenzung des Schwefelgehaltes von leichtem Heizöl und Dieselskraftstoffen)
geeignete Betriebsgrößen zum Nachweis dass die festgelegten Schwefelemissionsgrade nicht überschritten werden	Art des Nachweises wird durch die zuständige Behörde näher bestimmt
Volumengehalt an Sauerstoff	alle Anlagen
Leistung der Großfeuerungsanlage	alle Anlagen

**Dreizehnte Verordnung  
zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes  
(Verordnung über Großfeuerungsanlagen - 13. BImSchV)**

vom 22. Juni 1983 (BGBl. I S. 719),  
geändert am 3. Mai 2000 (BGBl. I S. 632).

**Vierter Teil  
Messung und Überwachung der Emissionen**

**§ 21  
Messstellen**

Der Betreiber einer Feuerungsanlage hat zur Feststellung der Emissionen, für die Grenzwerte in dieser Verordnung festgelegt sind, Messstellen nach näherer Bestimmung durch die zuständige Behörde einzurichten. Die Einrichtung der Messstellen muss technisch einwandfreie und gefahrlose Emissionsmessungen gewährleisten.

## **§ 22** **Erstmalige und wiederkehrende Messungen**

- (1) Nach Errichtung oder wesentlicher Änderung von Feuerungsanlagen hat der Betreiber die Einhaltung der Anforderungen des Zweiten und Dritten Teils der Verordnung durch Messungen einer nach § 26 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes bekanntgegebenen Stelle ermitteln zu lassen, und zwar
1. frühestens nach dreimonatigem Betrieb und spätestens 12 Monate nach Inbetriebnahme und
  2. anschliessend wiederkehrend jeweils nach Ablauf von 3 Jahren.
- (2) Absatz 1 findet keine Anwendung, soweit die Einhaltung der Anforderungen durch kontinuierliche Messungen nach § 25 unter Verwendung aufzeichnender Messgeräte fortlaufend nachzuweisen ist.
- (3) Abweichend von Absatz 1 sind für Feuerungsanlagen für flüssige Brennstoffe Messungen zur Feststellung der Emissionen nach § 11 Abs. 4 bis 6 sowie § 20 Abs. 1 nicht erforderlich, wenn die Emissionsgrenzwerte ausschließlich durch den Einsatz eines entsprechenden Brennstoffes eingehalten werden. In diesem Fall sind Nachweise über den Schwefelgehalt und den unteren Heizwert des eingesetzten Brennstoffes zu führen und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen. Die Nachweise sind drei Jahre lang aufzubewahren.
- (4) Abweichend von Absatz 1 sind Messungen zur Feststellung der Emissionen nach § 3 Abs. 2, § 8 Abs. 2 und § 17 Abs. 3 und 4 im Rahmen der Kalibrierung der Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Messung staubförmiger Emissionen nach § 28 Abs. 2 durchzuführen.

## **§ 23** **Messprogramm für Einzelmessungen**

- (1) Messungen zur Feststellung der Emissionen nach § 22 sind unter Einsatz von Messeinrichtungen und Messverfahren durchzuführen, die dem Stand der Messtechnik entsprechen. Es sind mindestens 3 Einzelmessungen bei Betrieb der Anlage mit der Feuerungswärmeleistung durchzuführen.
- (2) Die Dauer der Einzelmessung soll eine halbe Stunde nicht überschreiten; das Ergebnis der Einzelmessung ist als Halbstundenwert anzugeben.
- (3) Abweichend von Absatz 2 soll die Einzelmessung 2 Stunden nicht überschreiten, wenn die Zeit von einer halben Stunde in besonders schwierigen Fällen nicht eingehalten werden kann.

## **§ 24** **Berichte und Beurteilung von Einzelmessungen**

- (1) Über die Ergebnisse der Messungen nach § 22 in Verbindung mit § 23 sind Messberichte zu erstellen und der zuständigen Behörde unverzüglich vorzulegen.
- (2) Die Messberichte müssen Angaben über das Ergebnis jeder Einzelmessung, über das verwendete Messverfahren und über die Betriebsbedingungen, die für die Beurteilung des Messergebnisses von Bedeutung sind, enthalten. Hierzu gehören auch Angaben über die eingesetzten Brennstoffe und den Betriebszustand der Emissionsminderungseinrichtungen.
- (3) Die Emissionsgrenzwerte gelten als eingehalten, wenn das Ergebnis jeder Einzelmessung den festgelegten Emissionsgrenzwert nicht überschreitet.

## § 25

### Kontinuierliche Messungen

- (1) Feuerungsanlagen für feste oder flüssige Brennstoffe sind mit einer Messeinrichtung auszurüsten, die die Massenkonzentration der staubförmigen Emissionen im Abgas fortlaufend ermittelt.
- (2) Feuerungsanlagen sind mit einer Messeinrichtung auszurüsten, die die Massenkonzentration von Kohlenmonoxid im Abgas fortlaufend ermittelt.
- (3) Feuerungsanlagen für feste und flüssige Brennstoffe sowie Feuerungsanlagen für gasförmige Brennstoffe mit einer Feuerungswärmeleistung von mehr als 400 Megawatt sind mit einer Messeinrichtung auszurüsten, die die Massenkonzentrationen von Stickstoffmonoxid im Abgas fortlaufend ermittelt. Ergibt sich aufgrund von Messungen, dass der Anteil des Stickstoffdioxids an den Stickstoffoxidemissionen unter 5 vom Hundert liegt, so kann auf die kontinuierliche Messung des Stickstoffdioxids verzichtet und dessen Anteil durch Berechnung berücksichtigt werden. Ist die kontinuierliche Messung des Stickstoffdioxids erforderlich, so muss die Feuerungsanlage spätestens 6 Monate nach der Inbetriebnahme mit einer entsprechenden Messeinrichtung ausgerüstet sein.
- (4) Feuerungsanlagen für feste oder flüssige Brennstoffe sind mit einem Messgerät auszurüsten, das die Massenkonzentration von Schwefeldioxid im Abgas fortlaufend ermittelt. Der bei der Kalibrierung zu ermittelnde Anteil an Schwefeltrioxid ist durch Berechnung zu berücksichtigen. Satz 1 gilt nicht für Feuerungsanlagen für flüssige Brennstoffe, die den Anforderungen nach den §§ 3 und 4 der Dritten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes entsprechen.
- (5) Durch fortlaufende Aufzeichnung geeigneter Betriebsgrößen oder des Abscheidegrades von Abgasendreinigungsanlagen ist nachzuweisen, dass die in § 6 Abs. 1 und 2 sowie § 11 Abs. 1 und 2 festgelegten Schwefelemissionsgrade nicht überschritten werden. Die Art des Nachweises wird durch die zuständige Behörde näher bestimmt.
- (6) Feuerungsanlagen sind mit einer Messeinrichtung auszurüsten, die den Volumengehalt an Sauerstoff im Abgas fortlaufend ermittelt.
- (7) Abweichend von Absatz 1 bis 6 ist die Nachrüstung einer Altanlage nicht erforderlich, wenn durch Erklärung nach § 20 Abs. 6 festgelegt ist, dass die Anlage mit einer Restnutzung von höchstens 10000 Stunden betrieben wird.

## § 26

### Aufzeichnungen und Auswertung bei kontinuierlicher Messung

- (1) Bei kontinuierlichen Messungen sind während des Betriebes der Feuerungsanlage durch geeignete Messeinrichtungen Momentanwerte für die nach § 25 zu messenden Größen und für die Leistung der Feuerungsanlage fortlaufend automatisch aufzuzeichnen. Für jede aufeinanderfolgende halbe Stunde ist der Halbstundenmittelwert und für jeden Kalendertag ist der Tagesmittelwert - bezogen auf die tägliche Betriebszeit - zu bilden.
- (2) Abweichend von Absatz 1 ist die Mittelungszeit für den Halbstundenmittelwert der minimalen Kalibrierzeit anzupassen, wenn die Zeit von einer halben Stunde bei der Kalibrierung nach § 28 Abs. 1 nicht eingehalten werden kann. Die Mitteilungszeit darf 2 Stunden nicht überschreiten.
- (3) Die Mittelwerte nach Absatz 1 sind auf den jeweiligen Bezugssauerstoffgehalt umzurechnen, zu klassieren und als Häufigkeitsverteilungen zu speichern. Für die Halbstundenmittelwerte soll die Anzahl der Klassen mindestens 20 betragen; die zehnte Klasse soll im Bereich des Emissionsgrenzwertes liegen. Mit der Ermittlung der Häufigkeitsverteilungen ist am Beginn eines Kalenderjahres jeweils neu zu beginnen. Die Häufigkeitsverteilungen müssen jederzeit ablesbar sein und sind einmal täglich aufzuzeichnen.
- (4) Die Aufzeichnungen der Messeinrichtungen nach den Absätzen 1 bis 3 sind drei Jahre lang aufzubewahren.

(5) Über den ordnungsgemäßen Einbau automatischer Messeinrichtungen ist der zuständigen Behörde die Bescheinigung einer von der zuständigen obersten Landesbehörde oder der nach Landesrecht bestimmten Behörde bekanntgegebenen Stelle unverzüglich vorzulegen.

## § 27

### **Berichte und Beurteilung kontinuierlicher Messungen**

(1) Über die Ergebnisse der Messungen nach § 25 in Verbindung mit § 26 sind Messberichte zu erstellen und der zuständigen Behörde innerhalb von 3 Monaten nach Ablauf eines jeden Kalenderjahres vorzulegen.

(2) Die Emissionsgrenzwerte gelten als eingehalten, wenn die Auswertung der Ergebnisse nach Abs. 1 für die Betriebsstunden innerhalb eines Kalenderjahres ergibt, dass

1. sämtliche Tagesmittelwerte den Emissionsgrenzwert,
2. 97 von Hundert aller Halbstundenmittelwerte Sechsfünftel des Emissionsgrenzwertes und
3. sämtliche Halbstundenmittelwerte das Zweifache des Emissionsgrenzwertes

nicht überschreiten. Zeiten nach § 6 Abs. 6, § 11 Abs. 6 und § 20 Abs. 5 bleiben unberücksichtigt.

(3) Die vorgeschriebenen Schwefelemissionsgrade gelten als eingehalten, wenn die Ergebnisse der Messungen nach § 25 Abs. 5 die Beurteilungskriterien des Absatzes 2 bei sinngemäßer Anwendung erfüllen.

## § 28

### **Kalibrierung und Funktionsprüfung von Messeinrichtungen**

(1) Messeinrichtungen, die die Massenkonzentration von staub- oder gasförmigen Emissionen fortlaufend ermitteln und aufzeichnen, sind durch eine von der zuständigen obersten Landesbehörde oder der nach Landesrecht bestimmten Behörde bekanntgegebenen Stelle kalibrieren und jährlich einmal auf Funktionsfähigkeit prüfen zu lassen.

(2) Die Kalibrierung der Messeinrichtungen ist bei Anlagen mit einer Feuerungswärmeleistung von mehr als 300 Megawatt im Abstand von drei Jahren, im übrigen im Abstand von 5 Jahren, wiederholen zu lassen.

(3) Die Berichte über das Ergebnis der Kalibrierung und der Prüfung der Funktionsfähigkeit sind der zuständigen Behörde innerhalb von vier Wochen vorzulegen.

## 7.4 Auszug aus der Abfallverbrennungsanlagen-Verordnung (17.BImSchV)

Die 17. BImSchV enthält Forderungen nach kontinuierlicher Messung bestimmter Emissionen (siehe unter § 11).

**Tabelle 7.3:** Messobjekte für die nach 17.BImSchV eine kontinuierliche Messung gefordert wird

Messobjekt	Kriterium für die Anordnung einer kontinuierlichen Messung
Kohlenmonoxid	alle Anlagen
Staubkonzentration	Feuerungsanlagen für feste oder flüssige Brennstoffe
Gesamtkohlenstoff	außer wenn Emissionen einzelner Stoffe auszuschließen oder allenfalls in geringen Konzentrationen zu erwarten sind
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid	
Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid	
gasförmige anorganische Fluorverbindungen, angegeben als Fluorwasserstoff	
gasförmige anorganische Chlorverbindungen, angegeben als Chlorwasserstoff	
gasförmige anorganische Fluorverbindungen, angegeben als Fluorwasserstoff	außer wenn Reinigungsstufen für gasförmige anorganische Chlorverbindungen betrieben werden, die sicherstellen, dass die Emissionsgrenzwerte für HCl nicht überschritten werden
Quecksilber und seine Verbindungen, angegeben als Quecksilber	außer wenn zuverlässig nachgewiesen ist, dass die Emissionsgrenzwerte nur zu weniger als 20 % in Anspruch genommen werden
Stickstoffdioxid	wenn sich aufgrund der Einsatzstoffe, der Bauart, der Betriebsweise oder von Einzelmessungen ergibt, dass der Anteil des NO <sub>2</sub> an den Stickstoffoxidemissionen nicht unter 10 % liegt
Volumengehalt an Sauerstoff	alle Anlagen
Temperaturen in der Nachbrennzone	alle Anlagen
die zur Beurteilung des ordnungsgemäßen betriebes erforderlichen Betriebsgrößen insbesondere	
- Abgastemperatur	Messeinrichtungen für den Feuchtegehalt sind nicht erforderlich, soweit das Abgas vor der Ermittlung der Massenkonzentration der Emissionen getrocknet wird
- Abgasvolumenstrom	
- Feuchtegehalt	
- Druck	

**Siebzehnte Verordnung  
zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes  
(Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle  
und ähnliche brennbare Stoffe - 17. BImSchV)<sup>1)</sup>**

vom 23. November 1990 (BGBl. I S. 2545, 2832), zuletzt geändert am 3. Mai 2000 (BGBl. I S. 632)

**Dritter Teil  
Messung und Überwachung**

**§ 9  
Messplätze**

Für die Messungen sind nach näherer Bestimmung der zuständigen Behörde Messplätze einzurichten; diese sollen ausreichend groß, leicht begehbar und so beschaffen sein sowie so ausgewählt werden, dass repräsentative und einwandfreie Messungen gewährleistet sind.

**§ 10  
Messverfahren und Messeinrichtungen**

- (1) Für Messungen zur Feststellung der Emissionen oder der Verbrennungsbedingungen sowie zur Ermittlung der Bezugs- oder Betriebsgrößen sind die dem Stand der Messtechnik entsprechenden Messverfahren und geeigneten Messeinrichtungen nach näherer Bestimmung der zuständigen Behörde anzuwenden oder zu verwenden.
- (2) Über den ordnungsgemäßen Einbau von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung ist eine Bescheinigung einer von der zuständigen obersten Landesbehörde oder der nach Landesrecht bestimmten Behörde für Kalibrierungen bekanntgegebenen Stelle zu erbringen.
- (3) Der Betreiber hat Messeinrichtungen, die zur kontinuierlichen Feststellung der Emissionen eingesetzt werden, durch eine von der zuständigen obersten Landesbehörde oder der nach Landesrecht bestimmten Behörde bekanntgegebenen Stelle kalibrieren und jährlich einmal auf Funktionsfähigkeit prüfen zu lassen; die Kalibrierung ist nach einer wesentlichen Änderung der Anlage, im übrigen im Abstand von 3 Jahren zu wiederholen. Die Berichte über das Ergebnis der Kalibrierung und der Prüfung der Funktionsfähigkeit sind der zuständigen Behörde innerhalb von acht Wochen vorzulegen.

**§ 11  
Kontinuierliche Messungen**

- (1) Der Betreiber hat
  1. die Massenkonzentrationen der Emissionen nach § 4 Abs 6, § 5 Abs. 1 Nr.1 und 2 sowie § 17 Abs. 4,
  2. den Volumengehalt an Sauerstoff im Abgas,
  3. die Temperaturen nach § 4 Abs. 2 oder 3 und
  4. die zur Beurteilung des ordnungsgemäßen Betriebs erforderlichen Betriebsgrößen, insbesondere Abgas-temperatur, Abgasvolumen, Feuchtegehalt und Druck,

kontinuierlich zu ermitteln, zu registrieren und auszuwerten.

---

1) Die Änderungsverordnung vom 23.2.1999 enthält folgende amtliche Fußnote:  
Die Verordnung dient der Umsetzung der Richtlinie 94/67/EG des Rates vom 16. Dezember 1994 über die Verbrennung gefährlicher Abfälle (Abl. EG Nr. L 365 S. 34).

Die Anlagen sind hierzu mit geeigneten Messeinrichtungen und Messwertrechnern auszurüsten. Satz 1 Nr. 1 in Verbindung mit Satz 2 gilt nicht, soweit Emissionen einzelner Stoffe nach § 5 Abs. 1 Nr. 1 auszuschließen oder allenfalls in geringen Konzentrationen zu erwarten sind. Messeinrichtungen für den Feuchtegehalt sind nicht notwendig, soweit das Abgas vor der Ermittlung der Massenkonzentrationen der Emissionen getrocknet wird.

(2) Ergibt sich aufgrund der Einsatzstoffe, der Bauart, der Betriebsweise oder von Einzelmessungen, dass der Anteil des Stickstoffdioxids an den Stickstoffoxidemissionen unter 10 vom Hundert liegt, soll die zuständige Behörde auf die kontinuierliche Messung des Stickstoffdioxids verzichten und die Bestimmung des Anteils durch Berechnung zulassen. Für Quecksilber und seine Verbindungen, angegeben als Quecksilber, soll die zuständige Behörde auf die kontinuierliche Messung verzichten, wenn zuverlässig nachgewiesen ist, dass die Emissionsgrenzwerte nach § 5 Abs. 1 Nr. 1 Buchstabe g) und Nr. 2 Buchstabe g) nur zu weniger als 20 vom Hundert in Anspruch genommen werden.

(3) Absatz 1 Satz 1 Nr. 1 findet auf gasförmige anorganische Fluorverbindungen keine Anwendung, wenn Reinigungsstufen für gasförmige anorganische Chlorverbindungen betrieben werden, die sicherstellen, dass die Emissionsgrenzwerte nach § 5 Abs. 1 Nr. 1 Buchstabe c) und Nr. 2 Buchstabe c) nicht überschritten werden.

(4) Die Anlagen sind mit Registriereinrichtungen auszurüsten, durch die Verriegelungen oder Abschaltungen nach § 4 Abs. 5 registriert werden.

(5) Der Betreiber hat auf Verlangen der zuständigen Behörde Massenkonzentrationen der Emissionen nach § 5 Abs. 1 Nr. 3 und 4 kontinuierlich zu messen, wenn geeignete Messeinrichtungen verfügbar sind.

## § 12

### **Auswertung und Beurteilung von kontinuierlichen Messungen**

(1) Während des Betriebes der Anlagen ist aus den Messwerten für jede aufeinanderfolgende halbe Stunde der Halbstundenmittelwert zu bilden und auf den Bezugssauerstoffgehalt umzurechnen. Für die Stoffe, deren Emissionen durch Abgasreinigungseinrichtungen gemindert und begrenzt werden, darf die Umrechnung der Messwerte nur für die Zeiten erfolgen, in denen der gemessene Sauerstoffgehalt über dem Bezugssauerstoffgehalt liegt. Aus den Halbstundenmittelwerten ist für jeden Tag der Tagesmittelwert, bezogen auf die tägliche Betriebszeit einschließlich der Anfahr- oder Abstellvorgänge, zu bilden. § 4 Abs. 6 bleibt unberührt.

(2) Über die Auswertung der kontinuierlichen Messungen hat der Betreiber einen Messbericht zu erstellen und innerhalb von drei Monaten nach Ablauf eines jeden Kalenderjahres der zuständigen Behörde vorzulegen. Der Betreiber muss die Aufzeichnungen der Messgeräte fünf Jahre aufbewahren. Satz 1 gilt nicht, soweit die zuständige Behörde die telemetrische Übermittlung der Messergebnisse vorgeschrieben hat.

(3) Die Emissionsgrenzwerte sind eingehalten, wenn kein Tagesmittelwert nach § 4 Abs. 6 und § 5 Abs. 1 Nr. 1 und kein Halbstundenmittelwert nach § 4 Abs. 6 und § 5 Abs. 1 Nr. 2 überschritten sowie die Begrenzung der Spitzenkonzentrationen nach § 4 Abs. 6 Satz 2 eingehalten wird.

(4) Häufigkeit und Dauer einer Nichteinhaltung der Anforderungen nach § 4 Abs. 2 hat der Betreiber in den Messbericht nach Absatz 2 aufzunehmen.

## § 13

### **Einzelmessungen**

(1) Der Betreiber hat nach Errichtung oder wesentlicher Änderung der Anlagen bei der Inbetriebnahme durch Messungen einer nach § 26 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes bekanntgegebenen Stelle überprüfen zu lassen, ob die Verbrennungsbedingungen nach § 4 Abs. 2 oder 3 erfüllt werden.

(2) Der Betreiber hat nach Errichtung oder wesentlicher Änderung der Anlagen Messungen einer nach § 26 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes bekanntgegebenen Stelle zur Feststellung, ob die Anforderungen nach § 5 Abs. 1 Nr. 3 und 4 oder - bei Vorliegen der Voraussetzungen nach § 11 Abs. 3 - nach § 5 Abs. 1 Nr. 1 und 2 erfüllt werden, durchführen zu lassen. Die Messungen sind im Zeitraum von zwölf Monaten nach Inbetriebnahme alle zwei Monate mindestens an einem Tag und anschließend wiederkehrend spätestens alle zwölf Monate mindestens an drei Tagen durchführen zu lassen. Diese sollen vorgenommen werden, wenn die Anlagen mit der höchsten Leistung betrieben werden, für die sie bei den während der Messung verwendeten Einsatzstoffen für den Dauerbetrieb zugelassen sind.

(3) Für die Messungen zur Bestimmung der Stoffe nach § 5 Abs. 1

1. Nummer 3 beträgt die Probenahmezeit mindestens eine halbe Stunde; sie soll zwei Stunden nicht überschreiten,
2. Nummer 4 beträgt die Probenahmezeit mindestens 6 Stunden; sie soll 8 Stunden nicht überschreiten.

Für die im Anhang genannten Stoffe soll die Nachweisgrenze des eingesetzten Analyseverfahrens nicht über 0,005 Nanogramm je Kubikmeter Abgas liegen.

## **§ 14**

### **Berichte und Beurteilung von Einzelmessungen**

(1) Über die Ergebnisse der Messungen nach § 13 ist ein Messbericht zu erstellen und der zuständigen Behörde unverzüglich vorzulegen. Der Messbericht muss Angaben über die Messplanung, das Ergebnis jeder Einzelmessung, das verwendete Messverfahren und die Betriebsbedingungen, die für die Beurteilung der Messergebnisse von Bedeutung sind, enthalten.

(2) Die Emissionsgrenzwerte gelten als eingehalten, wenn kein Ergebnis einer Einzelmessung einen Mittelwert nach § 5 Abs. 1 überschreitet.

## **§ 15**

### **Besondere Überwachung der Emissionen an Schwermetallen**

(1) Soweit aufgrund der Zusammensetzung der Einsatzstoffe oder anderer Erkenntnisse, insbesondere der Beurteilung von Einzelmessungen, Emissionskonzentrationen an Stoffen nach § 5 Abs. 1 Nr. 3 zu erwarten sind, die 60 vom Hundert der Emissionsgrenzwerte überschreiten können, hat der Betreiber die Massenkonzentrationen dieser Stoffe einmal wöchentlich zu ermitteln und zu dokumentieren: § 13 Abs. 3 Satz 1 gilt entsprechend.

(2) Auf die Ermittlung der Emissionen kann verzichtet werden, wenn durch andere Prüfungen, zum Beispiel durch Funktionskontrolle der Abgasreinigungseinrichtungen, mit ausreichender Sicherheit festgestellt werden kann, dass die Emissionsbegrenzungen nicht überschritten werden.

## **§ 16**

### **Störungen des Betriebs**

(1) Ergibt sich aus Messungen, dass Anforderungen an den Betrieb der Anlagen oder zur Begrenzung von Emissionen nicht erfüllt werden, hat der Betreiber dies den zuständigen Behörden unverzüglich mitzuteilen. Er hat unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen für einen ordnungsgemäßen Betrieb zu treffen; § 4 Abs. 5 Nr. 2 und 3 bleibt unberührt. Die zuständige Behörde trägt durch entsprechende Überwachungsmaßnahmen dafür Sorge, dass der Betreiber seinen rechtlichen Verpflichtungen zu einem ordnungsgemäßen Betrieb nachkommt oder die Anlage außer Betrieb nimmt.

(2) Bei Anlagen, die aus einer Verbrennungseinheit oder aus mehreren Verbrennungseinheiten mit gemeinsamen Abgaseinrichtungen bestehen, soll die Behörde für technisch unvermeidbare Ausfälle der Abgasreinigungs-einrichtungen den Zeitraum festlegen, während dessen von den Emissionsgrenzwerten nach § 5, ausgenommen § 5 Abs. 1 Nr. 1 Buchstabe b und Nr. 2 Buchstabe b, unter bestimmten Voraussetzungen abgewichen werden darf. Der Weiterbetrieb darf bei Einsatz von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen vier aufeinanderfolgende Stunden und innerhalb eines Kalenderjahres 60 Stunden, im übrigen 8 aufeinanderfolgende Stunden und innerhalb eines Kalenderjahres 96 Stunden nicht überschreiten. Die Emissionsbegrenzung für den Gesamtstaub darf eine Massenkonzentration von 150 Milligramm je Kubikmeter Abgas, gemessen als Halbstundenmittelwert, nicht überschreiten. § 4 Abs. 5, § 5 Abs. 2 und § 11 Abs. 4 gelten entsprechend.

## 7.5 Auszug aus der Titandioxid-Verordnung (25. BImSchV)

Die 25. BImSchV enthält Forderungen nach kontinuierlicher Messung bestimmter Emissionen gemäß TA Luft (siehe unter 3.2.3).

**Tabelle 7.4:** Messobjekte für die nach 25. BImSchV eine kontinuierliche Messung gefordert wird

<b>Messobjekt</b>	<b>Kriterium für die Anordnung einer kontinuierlichen Messung → Massenstrom</b>
Abgastrübung	staubförmige Stoffe 2 kg/h bis 5 kg/h
Staubkonzentration	staubförmige Stoffe über 5 kg/h oder bei Überschreiten des fünffachen der unter 2.3, 3.1.4 oder 3.1.7 TA Luft genannten Massenströme
Schwefeldioxid	über 50 kg/h
gasförmige anorganische Chlorverbindungen, angegeben als Chlorwasserstoff	über 3 kg/h
Chlor	über 1 kg/h

**Fünfundzwanzigste Verordnung  
zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes  
(Verordnung zur Begrenzung von Emissionen aus der  
Titandioxid - Industrie - 25. BImSchV)<sup>1)</sup>**  
vom 8. November 1996 (BGBl. I S. 1722)

**§ 5  
Verfahren zur Messung und Überwachung**

Zur Messung und Überwachung der Emissionen an Staub, Schwefeldioxid, Schwefeltrioxid und Chlor finden die entsprechenden Anforderungen der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) vom 27. Februar 1986 (GMBL S. 95, 202) Anwendung. Dabei ist der Anhang der Richtlinie 92/112/EWG vom 15. Dezember 1992 über die Modalitäten zur Vereinheitlichung der Programme zur Verringerung und späteren Unterbindung der Verschmutzung durch Abfälle der Titandioxid-Industrie (ABL. EG Nr. L 409 S. 11) anzuwenden.

---

1) Diese Verordnung dient zur Umsetzung von Artikel 9 der Richtlinie 92/112/EWG der Rates vom 15. Dezember 1992 über die Modalitäten zur Vereinheitlichung der Programme zur Verringerung und späteren Unterbindung der Verschmutzung durch Abfälle der Titandioxid-Industrie (ABL. EG Nr. L 409 S. 11)

## 7.6 Auszug aus der Verordnung über Anlagen zur Feuerbestattung (27.BImSchV)

Die 27. BImSchV enthält Forderungen nach kontinuierlicher Messung bestimmter Emissionen (siehe § 7).

**Tabelle 7.5:** Messobjekte für die nach 27. BImSchV eine kontinuierliche Messung gefordert wird

Messobjekt	Kriterium für die Anordnung einer kontinuierlichen Messung
Rauchgasdichte	alle Anlagen
Volumengehalt an Sauerstoff	alle Anlagen
Kohlenmonoxidkonzentration	alle Anlagen
Temperatur in der Nachbrennzone	alle Anlagen

### **Siebenundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Anlagen zur Feuerbestattung - 27. BImSchV)**

vom 19. März 1997 (BGBl. I S.545), geändert am 3. Mai 2000 (BGBl. I S. 632)\*

#### **§ 7 Kontinuierliche Messungen**

(1) die Anlagen sind mit Messeinrichtungen auszurüsten, die

1. den Volumengehalt an Sauerstoff im Abgas,
2. die Massenkonzentration von Kohlenmonoxid im Abgas und
3. die Mindesttemperatur nach § 3 Abs. 2

fortlaufend messen und registrieren. Die Anlagen dürfen nur mit hierzu geeigneten und funktionsfähigen Messeinrichtungen betrieben werden.

(2) Die Anlagen sind zur Überwachung der Funktionstüchtigkeit der Staubabscheideeinrichtungen mit Messgeräten auszurüsten, die die Rauchgasdichte kontinuierlich messen. Die Anlagen dürfen nur mit hierzu geeigneten und funktionsfähigen Rauchgasdichtemessgeräten, die Rückschlüsse auf die ständige Einhaltung des Emissionsgrenzwertes für Gesamtstaub nach § 4 Nr. 2 Buchstabe a ermöglichen, betrieben werden.

(3) Der Betreiber hat durch eine von der zuständigen obersten Landesbehörde oder der nach Landesrecht bestimmten Behörde für Kalibrierungen bekanntgegebenen Stelle den ordnungsgemäßen Einbau der Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung von Kohlenmonoxid, Sauerstoff, Rauchgasdichte und Temperatur bescheinigen zu lassen sowie die Messeinrichtungen vor Inbetriebnahme kalibrieren und jeweils spätestens nach Ablauf eines Jahres auf Funktionsfähigkeit prüfen zu lassen. Der Betreiber hat die Kalibrierung spätestens fünf Jahre nach der letzten Kalibrierung wiederholen zu lassen. Der Betreiber hat die Bescheinigung über den ordnungsgemäßen Einbau, die Berichte über das Ergebnis der Kalibrierung und der Prüfung der Funktionsfähigkeit der zuständigen Behörde jeweils innerhalb von 3 Monaten nach Durchführung vorzulegen.

---

\* Verkündet als Artikel 1 der Verordnung über Anlagen zur Feuerbestattung und zur Änderung der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen.

Amtliche Fußnote:

Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 83/189/EWG des Rates vom 28. März 1983 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften (ABl. EG Nr. L 109 S. 8), zuletzt geändert durch die Richtlinie 94/10/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 (ABl. EG Nr. L 100 S. 30), sind beachtet worden.

## § 8

### **Beurteilung und Berichte von kontinuierlichen Messungen**

- (1) Während des Betriebes der Anlage ist für den Kohlenmonoxidmesswert für jede aufeinanderfolgende Stunde der Mittelwert zu bilden.
- (2) Über die Auswertung der kontinuierlichen Messungen hat der Betreiber einen Messbericht zu erstellen oder erstellen zu lassen und innerhalb von drei Monaten nach Ablauf eines jeden Kalenderjahres der zuständigen Behörde vorzulegen. Der Betreiber muss die Aufzeichnungen fünf Jahre aufbewahren.
- (3) Der Grenzwert für Kohlenmonoxid ist eingehalten, wenn kein Stundenmittelwert nach § 7 Abs. 1 Nr. 2 in Verbindung mit Absatz 1 den Grenzwert nach § 4 Nr. 1 überschreitet.

## § 9

### **Einzelmessungen**

Der Betreiber einer nach Inkrafttreten dieser Verordnung errichteten Anlage hat die Einhaltung der Anforderungen für Gesamtstaub, Gesamtkohlenstoff und Dioxine und Furane nach § 4 frühestens drei Monate und spätestens sechs Monate nach Inbetriebnahme von einer nach § 26 Abs. 1 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes bekanntgegebenen Stelle nach Maßgabe von Anhang 1 und Anhang 2 prüfen zu lassen. Der Betreiber hat die Prüfung nach Satz 1 im Abstand von drei Jahren wiederholen zu lassen.

## § 10

### **Beurteilung und Berichte von Einzelmessungen**

- (1) Über die Messungen nach § 9 ist ein Messbericht zu erstellen und der zuständigen Behörde innerhalb von 3 Monaten nach Durchführung der Messung vorzulegen. Der Messbericht muss Angaben über die Messplanung, das Ergebnis, die verwendeten Messverfahren und die Betriebsbedingungen, die für die Beurteilung der Messergebnisse von Bedeutung sind, enthalten. Der Betreiber muss die Berichte fünf Jahre aufbewahren.
- (2) Die Emissionsgrenzwerte gelten als eingehalten, wenn kein Ergebnis einer Einzelmessung des Stundenmittelwertes den jeweiligen Emissionsgrenzwert nach § 4 Nr. 2 oder den Mittelwert über die Probenahmezeit nach § 4 Nr. 3 überschreitet.

## 7.7 Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Emissionen – Teil 1

Stand: 24. August 1998/ME

# Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

## Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Emissionen<sup>1</sup>

- RdSchr. d. BMU v. 8.6.1998 - IG I 3 - 51 134/3 -

Richtlinien über:

- die Eignungsprüfung, den Einbau, die Kalibrierung, die Wartung von Messeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen und die kontinuierliche Erfassung von Bezugs- bzw. Betriebsgrößen zur fortlaufenden Überwachung der Emissionen besonderer Stoffe,
- die Auswertung von kontinuierlichen Emissionsmessungen,
- die Bewertung der Fußzahlmessungen bei Heizöl-EL-Feuerungen.

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und die für den Immissionsschutz zuständigen obersten Landesbehörden haben im Länderausschuss für Immissionsschutz Übereinstimmung über die nachstehenden Richtlinien erzielt.

Verteiler:

An die Obersten Immissionsschutzbehörden der Bundesländer

---

1) Die Mitteilungspflicht der Richtlinie 83/189/EWG des Rates vom 28. März 1983 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften (ABl. EG Nr., I. 109 S. 8), zuletzt geändert durch die Richtlinie 94/10/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 (ABl. EG Nr. I. 100 S. 30), ist beachtet worden (Mitteilung der Regierung der Bundesrepublik Deutschland an die Kommission der Europäischen Gemeinschaft vom 15. Dezember 1997 - Notifikation 97/26/D).

## **Inhaltsübersicht**

- A. Einleitung
- 1. Gesetzliche Grundlagen
- 2. Anwendungsbereich
- 3. Aufheben von Richtlinien
- B.1. Mindestanforderungen an kontinuierliche Emissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung
  - 1.1. Allgemeines
  - 1.2. Staubförmige Emissionen
    - 1.2.1. Bestimmung der Massenkonzentration
    - 1.2.2. Qualitative Messverfahren
    - 1.2.3. Bestimmung der Rußzahl (Abgastrübung)
  - 1.3. Gasförmige Emissionen
    - 1.3.1. Allgemeine Anforderungen
    - 1.3.2. Zusätzliche Anforderungen an Messgeräte für organische Verbindungen
  - 1.4. Messung von Bezugsgrößen/Betriebsgrößen
    - 1.4.1. Sauerstoffgehalt
    - 1.4.2. Abgasvolumenstrom
    - 1.4.3. Feuchtegehalt
    - 1.4.4. Besondere Anforderungen an Messeinrichtungen für Aufgaben gem. 17. BImSchV
  - 1.5. Elektronische Auswertung kontinuierlicher Emissionsmessungen
    - 1.5.1. Bildung und Normierung der Halbstundenmittelwerte
    - 1.5.2. Klassierung und Speicherung der Halbstundenmittelwerte
    - 1.5.3. Bildung und Klassierung der Tagesmittelwerte
    - 1.5.4. Datenausgabe
    - 1.5.5. Anforderungen an elektronische Auswertesysteme
    - 1.5.6. Durchführung der Eignungsprüfung elektronischer Auswertesysteme
    - 1.5.7. Einsatz elektronischer Auswertesysteme
    - 1.5.8. Besondere Einzelfälle bei Feuerungsanlagen
    - 1.5.9. Besondere Anforderungen an elektronische Auswertesysteme für Aufgaben nach der 17. BImSchV
  - 1.6. Emissionsfernüberwachung
    - 1.7. Systeme zur Langzeitprobenahme
      - 1.7.1. Allgemeines
      - 1.7.2. Messen von Emissionen
      - 1.7.3. Überprüfung der Messeinrichtung
  - 2. Prüfinstitute
  - 3. Verfahren der Eignungsbekanntgabe
  - 4. Einbau, Überprüfung, Wartung, Einsatz und Berichterstattung
    - 4.1. Auswahl und Einbau der Einrichtung
    - 4.2. Einsatz und Wartung
- Anhang 1. Systeme zur elektronischen Auswertung: Besondere Einsatzfälle bei Feuerungsanlagen
- Anhang 2. Systeme zur elektronischen Auswertung: Besondere Anforderungen nach der 17. BImSchV

## A. Einleitung

Die nachstehenden Richtlinien betreffen die kontinuierliche Überwachung der Emissionen und der für die Emissionsüberwachung wichtigen Parameter; sie schließen die Auswertung kontinuierlicher Emissionsmessungen und die Fernübertragung von emissionsrelevanten Daten ein.

### 1. Gesetzliche Grundlagen

Die Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Großfeuerungsanlagen - 13. BImSchV) vom 22. Juni 1983 (BGBl I 1983, S. 719/730) schreibt vor, dass Feuerungsanlagen mit Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Emissionen an Staub, Kohlenmonoxid, Stickstoffoxiden und Schwefeldioxid auszurüsten sind und die Messergebnisse fortlaufend automatisch ausgewertet werden sollen.

Die Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe - 17. BImSchV) vom 23. November 1990 (BGBl I 1990, S. 2545/2553) schreibt vor, dass Abfallverbrennungsanlagen mit Einrichtungen

- zur kontinuierlichen Ermittlung der Emissionen an Staub, organischen Stoffen, anorganischen Halogenverbindungen, Schwefeloxiden und Stickstoffoxiden,
- zur Auswertung und Beurteilung der Emissionsmessungen erforderlichen Bezugsgrößen und
- zur Beurteilung des ordnungsgemäßen Betriebs erforderlichen Betriebsgrößen auszurüsten sind, die Messergebnisse fortlaufend registriert und automatisch ausgewertet werden sollen.

Für genehmigungsbedürftige Anlagen, die nicht den Regelungen der 13. BImSchV oder 17. BImSchV unterliegen, ist zur Durchführung des § 29 i.V.m. § 48 Nr. 3 des Gesetzes zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetzes - BImSchG) i.d.F. v. 14.5.1990 (BGBl I 1990, S. 880/901), zuletzt geändert am 17.3.1998 (BGBl I S. 502 (510)) in der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum BImSchG (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft-TA Luft) v. 27.2.1986 (GMBL 1986, S. 95/143) festgelegt, unter welchen Voraussetzungen die bedeutsamen Emissionen an staub- und gasförmigen Luftverunreinigungen kontinuierlich überwacht und die Messergebnisse fortlaufend automatisch ausgewertet werden sollen.

Gemäß Ziffer 3.2.4 der TA Luft soll bei Anlagen mit Emissionen von Stoffen nach Ziffer 2.3, 3.1.4 oder 3.1.7 Klasse I gefordert werden, dass die Massenkonzentration dieser Stoffe im Abgas als Tagesmittelwert, bezogen auf die tägliche Betriebszeit, ermittelt wird, wenn das Zehnfache der dort festgelegten Massenströme überschritten wird. Die 17. BImSchV schreibt in § 15 (Besondere Überwachung der Emissionen an Schwermetallen) für die Messung zur Bestimmung der Stoffe nach § 5 Abs. 1 Nr. 3 (Emissionsgrenzwerte) messtechnisch vergleichbare Anforderungen wie die TA Luft vor, allerdings mit anderen Kriterien für Probenahmezeit und Häufigkeit der Einzelmessungen.

Nach Nr. 3.3.1.2.2 TA Luft wird für Einzelfeuerungen mit einer Feuerungswärmeleistung von 5 MW und mehr, die mit Heizöl EL betrieben werden, die kontinuierliche Überwachung der Abgastrübung gefordert.

## 2. Anwendungsbereich

Die nachstehenden Richtlinien behandeln

- die Mindestanforderungen, die bei der Eignungsprüfung an Messeinrichtungen zur Messung von Emissionen und Bezugsgrößen und an elektronische Auswertesysteme zu stellen sind,
- die für die Eignungsprüfung in Betracht kommenden Prüfinstitute,
- das Verfahren der Bekanntgabe geeigneter Messeinrichtungen,
- Hinweise für den Einbau, die Kalibrierung, den Einsatz und die Wartung von Messeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen, elektronische Auswertesysteme und Systeme zur Emissionsdatenfernübertragung,
- Einzelheiten des elektronischen Auswerteverfahrens,
- die Bewertung der Ergebnisse von Rußzahlmessungen und
- die besonderen Anforderungen an Langzeitprobenahmesysteme.

Bei allen vorstehend genannten Aufgaben wird der Einsatz geeigneter Mess- und Auswerteinrichtungen gefordert. Die geeigneten Geräte werden im Gemeinsamen Ministerialblatt der Bundesministerien bekannt gegeben.

## 3. Aufheben von Richtlinien

Die nachstehenden Richtlinien ersetzen die Richtlinien über:

- die Eignungsprüfung, den Einbau, die Kalibrierung, die Wartung von Messeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen und die kontinuierliche Erfassung von Bezugs- bzw. Betriebsgrößen zur fortlaufenden Überwachung der Emissionen besonderer Stoffe,
  - die Auswertung von kontinuierlichen Emissionsmessungen,
  - die Bewertung der Rußzahlmessungen bei Heizöl-EL-Feuerungen.
- RdSchr. d. BMU v. 1.9.1997 - IG I 3 - 51 134/3 - (GMBI 1977, S. 528)

### B 1. Mindestanforderungen an kontinuierliche Emissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung

#### 1.1 Allgemeines

1.1.1 Die Eignungsprüfung soll unter Beachtung der Begriffsbestimmungen der Richtlinie VDI 2449 Blatt 1 (Ausgabe Februar 1995) der Norm DIN ISO 6879 (Ausgabe Dezember 1996) und der Norm DIN IEC 359 (Ausgabe September 1993) durchgeführt werden.

1.1.2 Die Einhaltung der Mindestanforderungen soll bei der Eignungsprüfung während eines wenigstens dreimonatigen Dauertestes nachgewiesen werden. Der Dauertest soll nach Möglichkeit an einem einzigen Prüfstand während eines zusammenhängenden Zeitraumes durchgeführt werden. Nur in Ausnahmefällen können kürzere Prüfzeiträume aus Einsätzen an unterschiedlichen Prüfständen auf den Dauertest angerechnet werden.

1.1.3 Bei der Eignungsprüfung soll der Zusammenhang zwischen der Geräteanzeige und dem mit einem Konventionsverfahren zum Beispiel als Massenkonzentration, Volumenkonzentration oder Volumenstrom ermittelten Wert des Messobjektes im Abgas durch Regressionsrechnung ermittelt werden (Analysenfunktion). Jedem Messgerät ist eine vom Hersteller ermittelte Gerätekennlinie mitzuliefern. Die Gerätekennlinie ist gemäß Richtlinie VDI 3950 Blatt 1 (Ausgabe Juli 1994) zu überprüfen.

1.1.4 Die Justierung der Mess- und Auswerteeinrichtungen soll im Betrieb gegen unbefugtes oder unbeabsichtigtes Verstellen gesichert werden können.

- 1.1.5 Die Lage des Nullpunktes (lebender Nullpunkt) der Geräteanzeige soll bei etwa 10 % oder 20 %, die Lage des Referenzpunktes bei etwa 70 % des Vollausschlages liegen.
- 1.1.6 Die Messeinrichtungen sollen so beschaffen sein, dass der Anzeigebereich auf die jeweilige Messaufgabe abgestimmt werden kann. In der Regel soll der Anzeigebereich für Anlagen im Sinn der TA Luft und der 13. BImSchV das 2,5- bis 3-fache des geltenden Emissionsgrenzwertes für Anlagen der 17. BImSchV das 1,5-fache des geltenden Emissionsgrenzwertes nach § 5 Abs. 1 Nr. 2 - Nr. 4 17. BImSchV betragen.
- 1.1.7 Die Messeinrichtungen müssen einen Messwertausgang besitzen, an den ein zusätzliches Anzeige- oder Registriergerät angeschlossen werden kann.
- 1.1.8 Die Messeinrichtungen müssen in der Lage sein, einem nachgeschalteten Auswertesystem ihren jeweiligen Betriebszustand (Betriebsbereitschaft, Wartung, Störung) über Statussignal mitzuteilen.
- 1.1.9 Die Verfügbarkeit der Messeinrichtungen muss im Dauereinsatz mindestens 90 % und in der Eignungsprüfung 95 % erreichen. (Die Verfügbarkeit beschreibt den Zeitanteil, während dessen verwertbare Messergebnisse zur Beurteilung des Emissionsverhaltens einer Anlage anfallen.)
- 1.1.10 Das Wartungsintervall der Messeinrichtungen ist zu ermitteln und anzugeben. Das Wartungsintervall muss mindestens 8 Tage betragen.
- 1.1.11 Die Reproduzierbarkeit  $R_D$  ist aus Doppelbestimmungen zu ermitteln.

Sie ist zu bestimmen nach:

$$R_D = \frac{\text{Messbereichsendwert}}{S_D \times t_{f,0,95}}$$

$S_D$ : Standardabweichung aus Doppelbestimmungen,  
 $t_{f,0,95}$ : Studentfaktor; statistische Sicherheit 95 %.

Die Doppelbestimmungen sind mit zwei baugleichen vollständigen Messeinrichtungen am gleichen Messort zeitgleich durchzuführen. Die Reproduzierbarkeit ist im kleinsten Messbereich unter Berücksichtigung von Nr. 1.1.6 zu bestimmen.

- 1.1.12 Die Eignungsprüfung umfasst die vollständige Messeinrichtung einschließlich Probenahme, Probenaufbereitung und Datenausgabe. Die Bedienungsanleitung des Herstellers, die in deutscher Sprache vorliegen muss, ist in die Eignungsprüfung einzubeziehen.
- 1.1.13 Die Mindestanforderungen müssen unter den nachstehend aufgeführten Nenngebrauchsbedingungen gemäß DIN IEC 539, Nenngebrauchsbereich II, eingehalten werden:
- Netzspannung,
  - Relative Luftfeuchtigkeit,
  - Gehalt der Luft an Flüssigwasser,
  - Schwingung.
- Für die Betriebslage sind die Toleranzgrenzen vom Hersteller festzulegen.
- 1.1.14 Bei Messeinrichtungen mit automatischer Funktionsprüfung und Nachjustierung sind diese Funktionen in die Eignungsprüfung einzubeziehen. Der maximal zulässige Korrekturbereich, in dem eine Nachjustierung möglich ist, ist zu ermitteln. Wird dieser überschritten, muss ein Statussignal gegeben werden.

- 1.1.15 Der Einsatz der Mess- und Auswerteeinrichtungen muss in den nachstehenden Bereichen der Umgebungstemperatur möglich sein:
- für Baugruppen mit Installation im Freien (ungeschützte Umgebungsbedingungen)  $-20^{\circ}\text{C bis }50^{\circ}\text{C}$ ,
  - für Baugruppen mit Installation an temperaturkontrollierten Orten  $5^{\circ}\text{C bis }40^{\circ}\text{C}$ .
- 1.1.16 Bei teilstromentnehmenden Messsystemen ist der Einfluss von Änderungen des Probegasdurchflusses auf das Messsignal anzugeben und soll  $\pm 1\%$ , bezogen auf den Messbereich, nicht überschreiten. Bei Über-/Unterschreiten des zulässigen Wertes ist ein Statussignal vorzusehen.
- 1.1.17 Mehrkomponenten-Messeinrichtungen müssen die Anforderungen für jede Einzelkomponente, auch bei Simultanbetrieb aller Messkanäle, erfüllen.

## **1.2 Staubförmige Emissionen**

### **1.2.1 Bestimmung der Massenkonzentration**

- 1.2.1.1 Die Reproduzierbarkeit  $R_D$  nach 1.1.11 hat den Wert 50 für den Messbereich  $\geq 20 \text{ mg/m}^3$  und den Wert 30 für den Messbereich  $\leq 20 \text{ mg/m}^3$  nicht zu unterschreiten.
- 1.2.1.2 Die zeitliche Änderung der Nullpunktanzeige hat im Wartungsintervall  $\pm 2\%$  (Messbereich  $\geq 20 \text{ mg/m}^3$ ) bzw.  $\pm 3\%$  (Messbereich  $\leq 20 \text{ mg/m}^3$ ) des Anzeigebereiches nicht zu überschreiten.  
Die zeitliche Änderung der Referenzpunktanzeige hat im Wartungsintervall  $\pm 2\%$  (Messbereich  $\geq 20 \text{ mg/m}^3$ ) bzw.  $\pm 3\%$  (Messbereich  $\leq 20 \text{ mg/m}^3$ ) des Sollwertes nicht zu überschreiten.
- 1.2.1.3 Die Abweichung der Istwerte von den Sollwerten der Gerätekennlinie gemäß Ziffer 1.1.3 hat nicht mehr als  $\pm 2\%$  des Anzeigebereiches zu betragen.
- 1.2.1.4 Beruht das Messprinzip auf optischen Verfahren, müssen die Messeinrichtungen eine Vorrichtung besitzen, die eine Kontrolle der Verschmutzung während des Betriebes ermöglicht. Gegebenenfalls sind optische Grenzflächen durch staubfreie Spülluft gegen Verschmutzung zu schützen.
- 1.2.1.5 Beruht das Messprinzip auf optischen Verfahren, ist der Störeinfluss bei Auswanderung des Messstrahles anzugeben. Er soll nicht mehr als 2 % des Anzeigebereiches in einem Winkelbereich von  $\pm 0,3^{\circ}$  betragen.
- 1.2.1.6 Die Messeinrichtungen sollen eine Vorrichtung besitzen, die eine automatische Aufzeichnung von Null- und Referenzpunkt in regelmäßigen Abständen ermöglicht. Bei Messeinrichtungen mit automatischer Nullpunkt Korrektur soll der Korrekturbetrag als Maß der Verschmutzung aufgezeichnet werden.
- 1.2.1.7 Bei extraktiv arbeitenden Messeinrichtungen soll das abgesaugte Abgasvolumen eine Genauigkeit von  $\pm 5\%$  vom Sollwert haben.

### **1.2.2 Qualitative Messverfahren**

- 1.2.2.1 Überwacht die Messeinrichtung die Funktion einer Abgasreinigungsanlage, ist die Kalibrierfähigkeit mit einem gravimetrischen Konventionsverfahren nachzuweisen.  
Die Messeinrichtungen sollen eine Kontrolle vom Nullpunkt und Referenzpunkt ermöglichen. Nullpunkt und Referenzpunkt sind mindestens einmal im Wartungsintervall zu überprüfen und aufzuzeichnen.
- 1.2.2.2 Die Messeinrichtungen müssen zwei wählbare Alarmschwellen besitzen, die sich über den gesamten Anzeigebereich einstellen lassen.

- 1.2.2.3 Die Reproduzierbarkeit nach 1.1.11 soll mindestens 30 betragen. Die Abweichung der Istwerte von den Sollwerten der Gerätekennlinie gemäß Ziffer 1.1.3 hat nicht mehr als  $\pm 2\%$  des Anzeigebereiches zu betragen.
- 1.2.2.4 Die zeitliche Änderung der Nullpunktanzeige hat im Wartungsintervall  $\pm 2\%$  des Anzeigebereiches nicht zu übersteigen.
- 1.2.2.5 Die zeitliche Änderung der Referenzpunktanzeige hat im Wartungsintervall  $\pm 3\%$  des Sollwertes nicht zu übersteigen.
- 1.2.2.6 Beruht das Messprinzip auf optischen Verfahren, soll die Verschmutzung der optischen Grenzflächen durch geeignete Maßnahmen so klein wie möglich gehalten werden. Die Messeinrichtungen sollten Vorrichtungen besitzen, die eine Kontrolle der Verschmutzung während des Betriebes ermöglichen. Bei Messeinrichtungen mit automatischer Nullpunktkorrektur muss bei Erreichen des maximal zulässigen Korrekturbereiches ein Statussignal gegeben werden.  
Bei Messeinrichtungen mit automatischer Nullpunktkorrektur soll diese Korrektur als Maß der Verschmutzung aufgezeichnet werden.
- 1.2.2.7 Es gilt die Anforderung 1.2.1.5.

### **1.2.3 Bestimmung der Rußzahl (Abgastrübung)**

- 1.2.3.1 Eine kontinuierliche Messung der Rußzahl nach Nr. 3.3.1.2.2 TA Luft erfordert, dass mindestens 50 % der Betriebszeit der Anlage mit Messungen belegt ist und die Ergebnisse als Minutenmittelwerte ausgewertet werden.
- 1.2.3.2 Die Messergebnisse sind als Rußzahl anzugeben.
- 1.2.3.3 Der Anzeigebereich muss die Skala bis zur Rußzahl 3 umfassen.
- 1.2.3.4 Die Reproduzierbarkeit nach 1.1.11 soll den Wert 15 nicht unterschreiten.
- 1.2.3.5 Die zeitliche Änderung der Nullpunktanzeige soll im Wartungsintervall 3 % des Sollwertes nicht übersteigen.
- 1.2.3.6 Die zeitliche Änderung der Referenzpunktanzeige, verursacht durch eine Änderung der Empfindlichkeit, soll im Wartungsintervall 4 % des Sollwertes nicht übersteigen.
- 1.2.3.7 Die Messung soll bei Stillstand des Brenners automatisch unterbrochen werden. Dabei soll zur Kennzeichnung des Stillstandes ein vorgegebener Festwert angezeigt werden. 10 Sekunden nach Zündung des Brenners soll die Messung wieder aufgenommen werden.
- 1.2.3.8 Es gelten die Anforderungen 1.2.1.4, 1.2.1.5 und 1.2.1.7.
- 1.2.3.9 Die Kalibrierung der Messeinrichtungen wird nach der VDI-Richtlinie 2066 Blatt 8 (Ausgabe August 1995) durchgeführt.
- 1.2.3.10 Bewertung der Messung

Die Rußzahl 1 gilt dann als überschritten, wenn der auf ganze Rußzahlen gerundete Messwert die Zahl 2 erreicht; dies gilt für Messwerte größer/gleich 1,5. Wie bei der Rußzahl 1 gilt die Rußzahl 2 als überschritten, wenn der gerundete Messwert die Zahl 3 erreicht; dies gilt für Messwerte größer/gleich 2,5.

Mit dieser Rundungsvorschrift sind die Unsicherheiten des Messverfahrens, der Kalibrierung nach VDI 2066 Blatt 8 und der Rückführung auf die nach DIN 51402, Teil 1 (Ausgabe Oktober 1996), definierte Rußzahl berücksichtigt.

Bei kontinuierlichen Messungen nach 3.3.1.2.2 TA Luft gilt die Rußzahl 1 als eingehalten, wenn in 97 % der Betriebszeit die Rußzahl 1 und in 99 % der Betriebszeit die Rußzahl 2 nicht überschritten wird.

Die Betriebszeiten des Brenners und die Überschreitungszeiten nach Abs. 3 sollen mit einem Betriebsstundenzähler erfasst und registriert werden. Die Rußzahl soll kontinuierlich mit einem Linienschreiber erfasst werden. Auf Verlangen der zuständigen Behörde ist ein Kontrollbuch, das die Angaben nach Satz 1 enthält, zu führen und vorzulegen.

### **1.3 Gasförmige Emissionen**

#### **1.3.1 Allgemeine Anforderungen**

1.3.1.1 Die Nachweisgrenze der Messeinrichtung hat im empfindlichsten Messbereich folgende Werte nicht zu überschreiten:

1. Aufgabenstellungen gemäß 13. BImSchV und TA Luft:  $\pm 5\%$  vom Anzeigebereich.
2. Aufgabenstellungen gemäß 17. BImSchV:  $\pm 5\%$  vom Grenzwert des Tagesmittelwertes.

1.3.1.2 Die Änderungen der Nullpunkt- und der Referenzpunktanzeige sind über den in 1.1.15 genannten Temperaturbereich zu ermitteln; diese Änderungen sollen über den gesamten Temperaturbereich, ausgehend von  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\pm 5\%$  vom Anzeigebereich nicht überschreiten.

Eine Beeinflussung des Null- bzw. Referenzpunktes durch Änderungen der Temperatur des Messgutes ist durch geeignete Maßnahmen zu kompensieren.

1.3.1.3 Der Störeinfluss durch die Querempfindlichkeit gegenüber im Messgut enthaltenen Begleitstoffen in den üblicherweise in Abgasen auftretenden Massenkonzentrationen hat insgesamt nicht mehr als  $\pm 4\%$  des Anzeigebereiches zu betragen. Kann diese Forderung nicht eingehalten werden, soll der Einfluss der jeweiligen Störkomponente auf das Messsignal durch geeignete Maßnahmen berücksichtigt werden.

1.3.1.4 Die Einstellzeit (90 %-Zeit) der Messeinrichtungen einschließlich Probenahmesystem soll nicht mehr als 200 Sekunden betragen.

1.3.1.5 Es gelten die Anforderungen nach 1.2.1.2 und 1.2.1.3.

1.3.1.6 Probenahme und Probenaufbereitung sind bezüglich Werkstoff und Beheizung so zu gestalten, dass eine einwandfreie Feststofffilterung erreicht und Umsetzungen sowie Verschleppungseffekte durch Adsorptions- und Desorptionserscheinungen so weit wie möglich vermieden werden.

1.3.1.7 Die Reproduzierbarkeit nach 1.1.11 soll den Wert 30 nicht unterschreiten.

#### **1.3.2 Zusätzliche Anforderungen an Messgeräte für organische Verbindungen ( Gesamt-Kohlenstoffgehalt)**

Die relative Standardabweichung der Bewertungsfaktoren für die organischen Verbindungen Butan, Cyclohexan, n-Heptan, Isopropanol, Aceton, Toluol, Essigsäureethyl- und Essigsäureisobutylester soll 15 % nicht übersteigen.

Für den Einsatz an Abfallverbrennungsanlagen ist die Untersuchung auf folgende Stoffe auszudehnen: Benzol, Ethylbenzol, Xylol, Methan, Propan, Ethin, Chlorbenzol, Tetrachlorethylen.

Liegen Anhaltspunkte dafür vor, dass bei bestimmten Anlagen das Stoffspektrum von den hier genannten Komponenten deutlich abweicht, sollen weitere Hauptkomponenten hinzugenommen werden.

Die Abweichung der Istwerte von den Sollwerten der Gerätekennlinie gemäß Ziffer 1.1.3 darf nicht mehr als  $\pm 2\%$  des Anzeigebereiches betragen. In der Regel bezieht sich die Gerätekennlinie auf das Prüfgas Propan.

## **1.4 Messung von Bezugsgrößen**

### **1.4.1 Sauerstoffgehalt**

- 1.4.1.1 Die Verfügbarkeit der Messeinrichtungen muss im Dauereinsatz mindestens 95 % betragen und soll in der Eignungsprüfung 98 % erreichen.
- 1.4.1.2 Die Nachweisgrenze der Messeinrichtung soll 0,2 Vol.-% nicht übersteigen.
- 1.4.1.3 Die Änderungen der Nullpunkt- und der Referenzpunktanzeige sind über den in 1.1.15 genannten Temperaturbereich zu ermitteln. Diese Änderungen sollen über den gesamten Temperaturbereich, ausgehend von 20 °C,  $\pm 0,5$  Vol.-% nicht überschreiten.  
Eine Beeinflussung des Null- bzw. Referenzpunktes durch Änderungen der Temperatur des Messgutes ist durch geeignete Maßnahmen zu kompensieren.
- 1.4.1.4 Der Störeinfluss durch die Querempfindlichkeit gegenüber im Messgut enthaltenen Begleitstoffen in den üblicherweise in Abgasen auftretenden Massenkonzentrationen soll insgesamt nicht mehr als  $\pm 0,2$  Vol.-% betragen. Kann diese Forderung nicht eingehalten werden, soll der Einfluss der jeweiligen Störkomponente auf das Messsignal durch geeignete Maßnahmen berücksichtigt werden.
- 1.4.1.5 Es gelten 1.3.1.4 und 1.3.1.6.
- 1.4.1.6 Die zeitliche Änderung der Null- bzw. Referenzpunktanzeige soll im Wartungsintervall  $\pm 0,2$  Vol.-% nicht überschreiten.
- 1.4.1.7 Die Reproduzierbarkeit nach 1.1.11 soll den Wert 70 nicht unterschreiten.
- 1.4.1.8 Die Abweichung der Istwerte von den Sollwerten der Gerätekennlinie gemäß Ziffer 1.1.3 hat nicht mehr als  $\pm 0,3$  Vol.-% zu betragen.

### **1.4.2 Abgasvolumenstrom**

- 1.4.2.1 Der Anzeigebereich soll so gewählt werden können, dass dem höchsten an der jeweiligen Einbaustelle zu erwartenden Volumenstrom 80 % des Vollausschlages zugeordnet sind.
- 1.4.2.2 Die Nachweisgrenze der Messeinrichtungen soll 20 % des Anzeigebereiches nicht übersteigen.
- 1.4.2.3 1.3.1.2 gilt sinngemäß für  $\pm 5$  % des Anzeigebereiches.
- 1.4.2.4 Die zeitliche Änderung der Null- bzw. Referenzpunktanzeige im Wartungsintervall soll 2 % des Anzeigebereiches nicht übersteigen.
- 1.4.2.5 Das Gerät ist mit einem Konventionsverfahren (z.B. Prandtl'sches Rohr) zu kalibrieren.
- 1.4.2.6 Die Einstellzeit der Messeinrichtungen ist zu ermitteln und anzugeben.
- 1.4.2.7 Die Reproduzierbarkeit nach 1.1.11 soll den Wert 30 nicht unterschreiten.
- 1.4.2.8 Die Abweichung der Istwerte von den Sollwerten der Gerätekennlinie gemäß Ziffer 1.1.3 hat nicht mehr als  $\pm 5$  % des Anzeigebereiches zu betragen.

### **1.4.3 Feuchtegehalt**

- 1.4.3.1 Der Anzeigebereich ist so zu wählen, dass die Messwerte im Normalbetrieb im oberen Drittel des Anzeigebereiches liegen.
- 1.4.3.2 Die Nachweisgrenze der Messeinrichtungen soll 5 % des empfindlichsten Anzeigebereiches nicht übersteigen.
- 1.4.3.3 1.3.1.2 gilt sinngemäß für  $\pm 5$  % des Sollwertes.
- 1.4.3.4 1.4.1.4 gilt sinngemäß mit  $\pm 3$  % des Anzeigebereiches. Es gelten ferner 1.3.1.4, 1.3.1.6, 1.4.2.4.

- 1.4.3.5 Die Reproduzierbarkeit nach 1.1.11 soll den Wert 30 nicht unterschreiten.
- 1.4.3.6 Die zuständige Behörde soll verlangen, dass im Rahmen der jährlichen Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Messeinrichtung Vergleichsmessungen mit einem gravimetrischen absorptiven Messverfahren durchzuführen sind.

#### **1.4.4 Besondere Anforderungen an Messeinrichtungen für Aufgaben gemäß 17. BImSchV**

- 1.4.4.1 Die Mindestanforderungen für Schadstoffe sind im Bereich des Grenzwertes für Tagesmittelwerte nachzuweisen.

Es soll der Messbereich bis zum 1,5-fachen des Grenzwertes für Halbstundenmittelwerte, bei CO bis zum 2-fachen des Grenzwertes für Kurzzeitwerte abgedeckt werden. Die Kalibrierung von CO-Messgeräten ist auf der Basis von Zehnminutenmittelwerten vorzunehmen.

- 1.4.4.2 Messgeräte zur Messung des Abgasvolumenstromes und der Feuchte sind so auszulegen, dass die Messwerte bei normalen Betriebsbedingungen bei 80 % des Messbereiches liegen.

##### **1.4.4.3 Kontinuierliche Bestimmung der Mindesttemperatur (§ 11 Abs. 1 Nr. 3 i.V.m. § 4 Abs. 2 und 3)**

Es sind an geeigneter Stelle im Nachbrennraum (z.B. Kesseldecke) mindestens zwei Messeinrichtungen gemäß Richtlinienreihe VDI/VDE 3511 zu installieren; der Mittelwert ist nach § 11 Abs. 1 zu registrieren und auszuwerten.

Die zuständige Behörde soll dafür sorgen, dass bei Ausfall einer Messeinrichtung diese unverzüglich durch eine vorzuhaltende baugleiche Reservemesseinrichtung zu ersetzen ist.

Die Überprüfung der Verbrennungsbedingungen und weiterer Parameter ist gemäß Bundeseinheitlicher Praxis bei der Überwachung der Verbrennungsbedingungen an Abfallverbrennungsanlagen nach 17. BImSchV, RdSchr. d. BMU v. 1.9.1994 - IG I 3 - 51 134/3 (GMBL 1994, S. 1231), durchzuführen.

##### **1.4.4.4 Mindestvolumengehalt an Sauerstoff (§ 11 Abs. 1 Nr. 3 i.V.m. § 4 Abs. 2 und 3)**

Es sollte an geeigneter Stelle im Abgasweg (z.B. nach Kessel) eine eignungsgeprüfte Sauerstoff-Messeinrichtung (empfohlener Messbereich: 0-12 Vol.% bzw.: 0-6 Vol.%), die gegebenenfalls mit Zusatzeinrichtungen (z.B. zum Rückspülen) ausgerüstet ist, installiert werden.

### **1.5 Elektronische Auswertung kontinuierlicher Emissionsmessungen**

#### **1.5.1 Bildung und Normierung der Halbstundenmittelwerte**

- 1.5.1.1 Alle Messwerte, die innerhalb der Betriebszeit anfallen, sind in die Auswertung einzubeziehen. Beginn und Ende der Betriebszeit sind der Auswerteeinrichtung über Statussignale mitzuteilen.
- 1.5.1.2 Die Messwerte der kontinuierlich arbeitenden Messeinrichtungen werden auf integriert und unter Zugrundelegung der bei der Kalibrierung ermittelten Regressionskurven in die jeweilige physikalische Größe (in der Regel eine Massenkonzentration) umgerechnet.
- 1.5.1.3 Bei Integrationsintervallen, die nicht vollständig mit Messwerten belegt sind, erfolgt die Bildung der Mittelwerte unter Bezugnahme auf die Zeit, in der verwertbare Messergebnisse angefallen sind.
- 1.5.1.4 Der Vergleich mit den jeweils geltenden Emissionsbegrenzungen erfordert im allgemeinen eine Normierung der Emissionswerte auf bestimmte Bezugsgrößen. Aus den kontinuierlichen Messungen der zur Auswertung erforderlichen Bezugsgrößen werden in entsprechender Weise Halbstundenmittelwerte gebildet.

- 1.5.1.5 Für die Normierung auf die jeweiligen Bezugsgrößen müssen die Integrationszeiten für die Schadstoffmessung und die Bezugsgrößenmessung identisch sein. Von dieser Anforderung kann abweichen werden, soweit dadurch das Ergebnis der Bezugswertrechnung nur unwesentlich verändert wird.
- 1.5.1.6 Ist die Emissionsbegrenzung auf einen bestimmten Sauerstoffgehalt bezogen, sind die Regelungen der Ziffer 3.1.2 Abs. 7 der TA Luft und des § 12 Abs. 1 der 17. BImSchV zu beachten.
- 1.5.1.7 Wird eine Störung oder Wartung der Messeinrichtungen zur Ermittlung von Bezugsgrößen angezeigt, ist die Auswertung mit Ersatzwerten für die Bezugsgrößen, die im Rahmen der Kalibrierung im Benehmen mit der zuständigen Behörde festzulegen sind, fortzusetzen. Die Anzahl der Halbstundenmittelwerte, die mit Hilfe von Ersatzwerten gebildet wurden, ist in einer gesonderten Klasse zu erfassen.
- 1.5.1.8 Soweit die Schadstoff- und Sauerstoffkonzentrationsmessung im feuchten Abgas erfolgt, die zugehörige Emissionsbegrenzung aber auf trockenes Abgas bezogen ist und eine kontinuierliche Messung des Feuchtegehaltes an Wasserdampf nicht gefordert werden kann, ist der Feuchtegehalt durch eine bei der Kalibrierung zu ermittelnde Korrekturgröße abzuziehen.

### **1.5.2 Klassierung und Speicherung der Halbstundenmittelwerte**

- 1.5.2.1 Die Klasseneinteilung ist so zu wählen, dass der Bereich bis zum Zweifachen des Emissionsgrenzwertes mit 20 Klassen einheitlicher Breite abgedeckt wird und der Emissionsgrenzwert sowie das 1,2fache und das Zweifache des Emissionsgrenzwertes auf Klassengrenzen fallen.
- 1.5.2.2 Es ist eine von der Klassierung nach 1.5.2.1 unabhängige Klasse mit einstellbaren Grenzen einzurichten, die beim 1,2-fachen des Emissionsgrenzwertes beginnt und bei der Grenze des zugehörigen Vertrauensbereiches endet, deren Breite jedoch mindestens 5 % des Emissionsgrenzwertes beträgt.
- 1.5.2.3 Oberhalb des Zweifachen des Emissionsgrenzwertes sind zwei Klassen mit einstellbaren Grenzen einzurichten, von denen die erste beim Zweifachen des Emissionsgrenzwertes beginnt und bei der Grenze des zugehörigen Toleranzbereiches endet. Die Breite der ersten Klasse beträgt jedoch mindestens 10 % des Emissionsgrenzwertes.
- 1.5.2.4 Halbstundenmittelwerte werden in den Klassen nach 1.5.2.1, 1.5.2.2 und 1.5.2.3 erfasst, wenn mindestens zwei Drittel des Bezugszeitraumes mit verwertbaren Messergebnissen belegt sind. Die Anzahl der Halbstundenmittelwerte, die diese Voraussetzung nicht erfüllen, ist in einer gesonderten Klasse zu erfassen.
- 1.5.2.5 Für Halbstundenmittelwerte, die in den Klassen nach 1.5.2.3 erfasst werden, ist der zugehörige Zeitpunkt (Datum, Uhrzeit) abzuspeichern. Die Speicherkapazität soll mindestens die Werte eines Kalenderjahres erfassen.
- 1.5.2.6 Wird über Statussignal eine Störung oder Wartung von Emissionsmesseinrichtungen angezeigt, so werden die in dieser Zeit anfallenden Halbstundenmittelwerte bei der Klassierung nicht berücksichtigt. Diese Halbstundenmittelwerte sollen in gesonderten Klassen mit Zeitbezug erfasst werden.

### **1.5.3 Bildung und Klassierung der Tagesmittelwerte**

- 1.5.3.1 Zur Bildung der Tagesmittelwerte der Messkomponenten werden die arithmetischen Mittelwerte der zur Klassierung nach 1.5.2.1 herangezogenen Mittelwerte gebildet. Die Halbstundenmittelwerte in der ersten Klasse nach 1.5.2.3 sind dabei einzubeziehen.

1.5.3.2 Der Tagesmittelwert umfasst das Intervall von dem letzten Halbstundenmittelwert, dessen Integrationszeit vor Null Uhr beginnt, bis zu dem letzten Halbstundenmittelwert, dessen Integrationszeit vor 24 Uhr endet.

Alternativ kann auch der Tagesmittelwert aus den Halbstundenmittelwerten gebildet werden, welche im festen Zeitraster - beginnend mit Null Uhr - erfasst und klassiert werden.

1.5.3.3 Eine Klassierung des Tagesmittelwertes erfolgt nur, wenn innerhalb der täglichen Betriebszeit der Anlage eine Mindestzahl klassifizierbarer Halbstundenmittelwerte angefallen ist. In der Regel sollen wenigstens 12 Halbstundenmittelwerte zur Bildung des Tagesmittelwertes verfügbar sein. Tagesmittelwerte, bei denen diese Voraussetzung nicht erfüllt ist (d.h. in der Regel Bildung aus ein bis elf Halbstundenmittelwerten), sollen in einer gesonderten Klasse mit Zeitbezug erfasst werden.

1.5.3.4 Die Häufigkeitsverteilung umfasst eine Klasse für die Tagesmittelwerte unterhalb des Grenzwertes und mindestens zwei Klassen für die Tagesmittelwerte oberhalb des Grenzwertes. Die Klasseneinteilung ist so zu wählen, dass die zweite Klasse beim Emissionsgrenzwert beginnt und bei der Grenze des zugehörigen Vertrauensbereiches endet; die Breite beträgt jedoch mindestens 5 % des Emissionsgrenzwertes.

#### **1.5.4 Datenausgabe**

1.5.4.1 Die tägliche Aufzeichnung muss folgende Daten umfassen:

- Angaben über die tägliche Betriebszeit,
- Anzahl der für den abgelaufenen Kalendertag nach 1.5.2.1 und 1.5.2.3 erfassten Halbstundenmittelwerte,
- Stand der Häufigkeitsverteilungen der Halbstunden- und Tagesmittelwerte für das laufende Kalenderjahr (Klassen nach 1.5.2.1 und 1.5.3.4),
- Stand in den Sonderklassen nach 1.5.1.7, 1.5.2.2, 1.5.2.3, 1.5.2.4, 1.5.2.6 und 1.5.3.3,
- Zeiten nach 1.5.2.5 für den abgelaufenen Kalendertag.

Die tägliche Aufzeichnung soll als Tagesausdruck zu einem einprogrammierten Zeitpunkt automatisch erfolgen.

1.5.4.2 Die Datenausgabe zum Jahresabschluss muss folgende Angaben für das gesamte abgelaufene Kalenderjahr umfassen:

- Betriebszeit,
- Anzahl der nach 1.5.2.1 und 1.5.2.3 erfassten Halbstundenmittelwerte,
- Häufigkeitsverteilungen der Halbstunden- und Tagesmittelwerte (Klassen nach 1.5.2.1 und 1.5.3.4),
- Ergebnisse in den Sonderklassen nach 1.5.1.7, 1.5.2.2, 1.5.2.3, 1.5.2.4, 1.5.2.6 und 1.5.3.3,
- Zeiten nach 1.5.2.5,
- Zeiten nach 1.5.5.5.

Die Datenausgabe zum Jahresabschluss und der Beginn der Ermittlung der Häufigkeitsverteilungen für das anschließende Kalenderjahr soll innerhalb einer Woche nach Jahreswechsel erfolgen.

#### **1.5.5 Anforderungen an elektronische Auswertesysteme**

1.5.5.1 Das Auswertesystem muss das Auswerteverfahren nach 1.5.1-1.5.4 vollständig ausführen.

1.5.5.2 Die Verfügbarkeit der Auswerteeinrichtung muss mindestens 99 % betragen. Die Verfügbarkeit wird angegeben als Verhältnis von Messzeit zu Einsatzzeit. Die Einsatzzeit ist die Summe aller Messzeiten, Ausfallzeiten und Wartungszeiten. Die Messzeit ist die Zeit, während der die Auswerteeinrichtung für die Messaufgabe verwertbare Ergebnisse liefert.

- 1.5.5.3 Die Programmierung und Parametrierung sowie die Löschung der gespeicherten Daten sollen gegen unbefugte Eingriffe gesichert werden können. Die gespeicherten Daten sollen sich nur nach Abschluss eines vollständigen Datenausdruckes löschen lassen.
- 1.5.5.4 Der Aufruf der gespeicherten Konstanten, Umrechnungsfaktoren und variablen Eingaben muss jederzeit durch Ausdruck möglich sein. Der Ausdruck muss das Datum der letzten Parameter-Eingabe enthalten. Die Ein- und Ausgabe der zur Auswertung benötigten Parameter soll in übersichtlicher, direkt lesbarer und somit nachvollziehbarer Form erfolgen. Dies gilt auch für die in frei programmierbaren Rechnern verwendeten Rechnerroutinen (Software). Die jeweilige Software-Version ist bei der Anforderung der Parameter mit anzugeben.
- 1.5.5.5 Für jede Änderung der Parameter-Eingabe muss das Datum in einem Speicher erfasst und in der Datenausgabe zum Jahresabschluss nach 1.5.4.2 enthalten sein.
- 1.5.5.6 Das Auswertesystem soll so beschaffen sein, dass die zuständige Behörde ohne Inanspruchnahme von Bedienungspersonal die geforderten Daten abrufen kann.
- 1.5.5.7 Die Messeingänge des Auswertesystems sollen den Strombereich von 0 - 20 mA umfassen. Der Eingangswiderstand je Messkanal soll etwa  $50 \Omega$  betragen und  $100 \Omega$  nicht übersteigen. Ist eine Mehrfachverarbeitung einer Messgröße erforderlich, so soll eine Reihenschaltung verschiedener Kanäle oder eine Abfrage über Multiplexer möglich sein.
- 1.5.5.8 Die Messeingänge sollen den Anschluss eines Messwertgebers ermöglichen. Diese Anschlussmöglichkeit muss im Dauerbetrieb gegen unbefugte Benutzung gesichert sein.
- 1.5.5.9 Die Auswerteeinrichtung soll das Über- oder Unterschreiten vorgegebener Konzentrationsbereiche anzeigen.
- 1.5.5.10 Zur Meldung von Schwellenwertüberschreitungen soll jeder Messkanal mit mindestens zwei potentialfreien Schaltern ausgestattet sein.
- 1.5.5.11 Das Auswertesystem muss eine Schnittstelle für den Anschluss an einen externen Drucker besitzen.
- 1.5.5.12 Das Auswertesystem soll Statussignale der Emissionsmessgeräte für die Betriebszustände Wartung und Störung erkennen können und die zugehörigen Messwerte aus der Messwertverarbeitung ausblenden. Diese Statussignale sollen über potentialfreie Kontakte weitergegeben werden können.
- 1.5.5.13 Die Auswerteeinrichtung muss mit einer quarzgenauen, internen Uhr ausgestattet sein. Die Anpassung an die gesetzliche Zeit (Umstellung Sommer/Winter) soll möglich sein.
- 1.5.5.14 Das Auswertesystem muss die Festlegung der Betriebszeit nach 1.5.1.1 über die variable Vorgabe eines bestimmten Sauerstoffgehaltes im Abgas und die Eingabe von Statussignalen ermöglichen.
- 1.5.5.15 Die Auswerteeinrichtung soll sich im Intervall zwischen 3 und 120 Minuten auf verschiedene Integrationszeiten einstellen lassen. Eine Integrationszeit von 30 Minuten ist als Standardfall vorzusehen. Der Integrationszeitfehler darf maximal  $\pm 0,005\%$  des eingestellten Zeitwertes betragen.
- 1.5.5.16 Die Wahlmöglichkeit für die Umrechnung auf einen Bezugssauerstoffgehalt nach 1.5.1.6 muss für jeden Kanal gegeben sein. Die Einbeziehung einer kontinuierlichen Feuchtemessung muss möglich sein.
- 1.5.5.17 Bei den Rechenoperationen zur Bestimmung der Emissionsmassenkonzentration hat die Unsicherheit im Bereich des Grenzwertes, unter Einbeziehung der zu verrechnenden Bezugsgrößen, 2 % des ermittelten Wertes nicht zu überschreiten. Diese Anforderung bezieht sich nicht auf die klassierten Daten.
- 1.5.5.18 Die Speicher für die Klassierung müssen mindestens fünfstellige Zahlen speichern können.

1.5.5.19 Bei Ausfall der Netzversorgung kann die Auswerteeinrichtung die Rechenoperation unterbrechen. Alle gespeicherten Informationen müssen mindestens 72 Stunden erhalten bleiben. Der Netzausfall muss angezeigt werden.

1.5.5.20 Für besondere Einsatzfälle ergeben sich aus 1.5.8 i.V.m. Anhang 1 weitere Mindestanforderungen.

**Optionen:**

1.5.5.21 Das Auswertesystem sollte die Ankoppelung an andere Rechensysteme ermöglichen. Besitzt die Auswerteeinrichtung einen Anschluss zur Datenfernübertragung (V 24), soll dieser den gültigen Fernmeldebestimmungen entsprechen.

1.5.5.22 Um die Emissionsverhältnisse jederzeit beurteilen zu können, sollten Teilintegrale oder fortlaufende Integrale gebildet werden können.

1.5.5.23 Die Auswerteeinrichtung sollte Voralarm geben, wenn die Zwischenbeurteilung nach 1.5.5.22 erwarten lässt, dass der laufende Halbstundenmittelwert das Zweifache des Grenzwertes überschreitet.

1.5.5.24 Die Auswerteeinheit sollte Voralarm geben, wenn die Zwischenbilanz im Laufe des Tages erwarten lässt, dass der Tagesmittelwert den Grenzwert überschreitet.

1.5.5.25 Die Klassen nach 1.5.3.4 können in mehrere Klassen aufgeteilt werden.

1.5.5.26 Zur Vorbereitung der Emissionserklärung i.S.d. Elften Verordnung zur Durchführung des BImSchG (Emissionserklärungsverordnung - 11. BImSchV) vom 12.12.1991 (BGBL I S. 2213) oder anderer Berichtspflichten des Betreibers sollte die Aufzeichnung der ermittelten Tagesmittelwerte in Verbindung mit der täglichen Betriebszeit, bezogen auf den emissionsverursachenden Vorgang, möglich sein. Die Ermittlung der jährlichen Gesamtemission unter Einbeziehung einer Abgasvolumenstrommessung sollte möglich sein.

1.5.5.27 Die nach 1.5.2.1 und 1.5.3.4 gespeicherten Daten sollten wahlweise als Klassenhäufigkeit oder in Prozent der Summenhäufigkeit ausgedruckt werden können.

1.5.5.28 Die Halbstundenmittelwerte für den abgelaufenen Kalendertag sollten mit Zeitbezug oder als Häufigkeitsverteilung ausgegeben werden können.

1.5.5.29 Für Prüf- und Wartungsarbeiten am Auswertesystem sollte es, durch Schlüsselschalter gesichert, möglich sein, unter Beibehaltung aller Rechenfunktionen die Klassierung der Messwerte auszuschalten.

**1.5.6 Durchführung der Eignungsprüfung elektronischer Auswertesysteme**

1.5.6.1 Bei der Eignungsprüfung ist festzustellen, für welche Auswerteaufgaben i.S.d. gesetzlichen Vorgaben das geprüfte Gerät geeignet ist.

1.5.6.2 Die Bedienungsanleitung des Herstellers, die in deutscher Sprache vorliegen muss, ist in die Prüfung einzubeziehen.

1.5.6.3 Es gelten die Anforderungen nach Nr. 1.1.1, 1.1.2, 1.1.13, 1.1.15.

1.5.6.4 Zur Ermittlung der Reproduzierbarkeit ist die Differenz der Summen der einzelnen Klassen aus Doppelbestimmungen zu ermitteln. Die Abweichung darf maximal 1 %, bezogen auf die Gesamtsumme, betragen.

**1.5.6.5 Prüfung komplexer Auswertesysteme**

Es ist zulässig, Auswertesysteme einzusetzen, die die Auswertung der Emissionsmessungen für mehrere Anlagen übernehmen können oder auch mit Eigenschaften ausgestattet sind, die die Einbeziehung zusätzlicher Überwachungs- und Steuerungsaufgaben erlauben.

Falls eine Eignungsprüfung nach 1.5.6 nicht durchgeführt werden kann, soll das Auswertesystem so beschaffen sein, dass das vollständige System, das für Aufgaben nach Nr. 1.5.6.1 eingesetzt wird, in einer Eignungsuntersuchung auf Funktionsfähigkeit geprüft werden kann. Für diese individuelle Prüfung entfällt die Eignungsbekanntgabe.

Bei Auswertesystemen, bei denen die Ermittlung der Reproduzierbarkeit durch Doppelbestimmung nicht möglich ist, soll eine Funktionsprüfung auf Richtigkeit der Auswertung durch Sollwert-Istwert-Vergleiche erfolgen. Dabei darf die Abweichung im gesamten Arbeitsbereich höchstens 0,5 % vom maximalen Eingangswert betragen.

### **1.5.7 Einsatz elektronischer Auswertesysteme**

#### *1.5.7.1 Einsatzbedingungen:*

In der Regel ist der Einsatz eines Klassiergerätes mit Bezugswertrechner vorzusehen. Sollen die Originaldaten über längere Zeit für weitere Auswertungen zur Verfügung stehen, ist ein geeigneter Datenspeicher vorzusehen.

Die zuständige Behörde soll eine Festlegung über Beginn und Ende der Betriebszeit anhand eindeutig feststellbarer Betriebsgrößen treffen. Dabei sind die Besonderheiten des Anfahrbetriebes zu berücksichtigen. Es ist darauf zu achten, dass Anfahrperioden, die wegen ihrer Häufigkeit oder Dauer für das Emissionsverhalten der Anlage von Bedeutung sind, in die Emissionsbeurteilung einbezogen werden.

Bei Feuerungsanlagen soll der Sauerstoff im Abgas zur Festlegung der Betriebszeit herangezogen werden. Für Feuerungsanlagen gilt in der Regel: Die Betriebszeit beginnt, wenn der Sauerstoffgehalt im Abgas 16 Vol.-% unterschreitet; die Betriebszeit endet, wenn der Sauerstoffgehalt im Abgas 16 Vol.-% überschreitet.

Für die Auswertung sind als Zeitbasis für die Integration in der Regel 30 Minuten vorzusehen, sofern dies mit der Zeitbasis für die Kalibrierung vereinbar ist. In begründeten Fällen, z.B. bei Chargenbetrieb oder bei längeren Kalibrierzeiten, kann nach § 26 Abs. 2 der 13. BImSchV bzw. Nr. 3.1 Abs. 3 der TA Luft die Zeitbasis angemessen verkürzt oder bis zu 120 Minuten verlängert werden. Zusätzliche Regelungen sind zu treffen beim Einsatz an Anlagen, bei denen kurzzeitige, umwelthygienisch bedeutsame Emissionen auftreten können.

Die zur Auswertung nach 1.5.1.2, 1.5.2.2, 1.5.2.3 und 1.5.2.4 erforderlichen Merkmale sind bei der Kalibrierung der Emissionsmesseinrichtungen unter Beachtung der VDI-Richtlinie VDI 2066 Blatt 4 (Ausgabe Januar 1989) und VDI 3950 Blatt 1 (Ausgabe Juli 1994) zu ermitteln.

#### *1.5.7.2 Einbau und Wartung*

Bei der Übertragung der Messsignale von den Emissions- und Bezugsgroßenmessgeräten zu den Registriereinrichtungen für die Momentanwerte und den Auswertesystemen soll durch geeignete Maßnahmen (z.B. Kabelabschirmung und gemeinsame Erde, keramische Durchführungs kondensatoren, Tiefpassfilter und Bandbegrenzung) sichergestellt werden, dass Störsignale die Messwertverarbeitung nicht verfälschen.

Die zuständige Behörde soll daraufhin wirken, dass das Auswertesystem in die jährliche Funktionsprüfung der Emissionsmessgeräte einzubeziehen ist.

### **1.5.8 Besondere Einzelfälle für Feuerungsanlagen**

Besondere Einzelfälle, die beim Betrieb von Feuerungsanlagen auftreten können und bei der elektronischen Auswertung berücksichtigt werden müssen, sind in Anlage 1 zu diesem Rundschreiben beschrieben.

### **1.5.9 Besondere Anforderungen an elektronische Auswertesysteme für Aufgaben nach der 17. BImSchV**

Die besonderen Anforderungen sind in Anlage 2 zu diesem Rundschreiben beschrieben. Wenn dort keine abweichenden Festlegungen getroffen sind, gelten die Anforderungen der Nr. 1.5.1 - 1.5.7.

### **1.6 Emissionsfernüberwachung**

Nach § 31 Satz 2 BImSchG kann die zuständige Behörde die Art der Übermittlung der Messergebnisse von Emissionsermittlungen vorschreiben. Eine Möglichkeit ist die Installation eines Emissionsdatenfernübertragungssystems (EFÜ-System).

EFÜ-Systeme bestehen aus einem System, das beim Anlagenbetreiber installiert ist, und einem System, das bei der zuständigen Überwachungsbehörde eingerichtet ist. Die nachfolgenden Forderungen sind an das betreiberseitige installierte System gerichtet. Das EFÜ-System kann zusätzlich zur Emissionsdatenübertragung auch die Emissionsdatenverarbeitung übernehmen.

Die nachfolgend genannten Funktionalitäten sind von einem EFÜ-System zu erfüllen:

- Darstellung der zeitlichen Verläufe von Emissionen, zugehörigen Grenzwerten und Betriebszuständen auf dem System der Überwachungsbehörde. Das erfordert:
  - Übertragung aller Mittelwerte (z.B. im 1/2-Stundenraster) der Emissionswerte und Betriebsgrößen gemäß den Forderungen des Genehmigungsbescheides oder der Überwachungsbehörde,
  - Übertragung von Zustandskennungen zu jedem Mittelwert,
  - Übertragung der jeweils gültigen Grenzwerte, Toleranz- und Vertrauensbereiche zu jeder Messgröße,
- Möglichkeit zur Klassierung der Mittelwerte auch durch die Überwachungsbehörde,
- Möglichkeit zur Bilanzierung auch durch die Überwachungsbehörde (z.B. gem. 3.2.3.6 TA Luft),
- regelmäßige Datenübertragung zur Überwachungsbehörde, in der Regel einmal täglich,
- jederzeitiger Abruf von Daten bis zum aktuellen Zeitpunkt durch die Überwachungsbehörde,
- spontane Datenlieferung durch das Betreibersystem bei Grenzwertverletzungen,
- Abruf von Daten der letzten 24 Monate durch die Überwachungsbehörde,
- Übertragung von erläuternden Kurztexten zu Ereignissen durch den Betreiber,
- Möglichkeit zur Übertragung von Prozessbildern der überwachten Anlage,
- Selbstanmeldung von Betreibersystemen beim Rechner der Überwachungsbehörde und Übertragung von Datenmodellen mit Protokollierung.

#### **1.6.1 Allgemeines**

Die Forderungen der Nr. 1.5 sind anzuwenden, soweit keine abweichenden Festlegungen getroffen sind.

1.6.1.1 Die technischen Daten des EFÜ-Systems und die verwendete Software sind vom Hersteller zu dokumentieren und dem Prüfinstitut zur Kenntnis zu geben sowie im Änderungsfall fortzuschreiben.

1.6.1.2 Falls das EFÜ-System auch die Messdatenverarbeitung übernimmt, sollen die AD-Wandlerkarten mindestens über eine Auflösung von 12 Bit verfügen und dürfen ein Restrauschen von  $\pm 2$  Bit nicht überschreiten. Bei einem Wechsel des Kartentyps ist die Genauigkeit der Wandlerfunktion durch das zuständige Prüfinstitut zu überprüfen.

Die Abtastrate für die Messwertaufnahme darf einen Wert von 0,1/s je Messkanal nicht unterschreiten, um eine fortlaufende Messsignalaufzeichnung sicherzustellen.

1.6.1.3 Der EFÜ-Rechner ist mit einer DCF-77-Uhr auszustatten. Die Systemuhr ist mindestens täglich mit der Funkuhr abzugleichen. Die Mittelwertbildung erfolgt für alle Messwerte synchron zu aktuellen Uhrzeit. Die Tagesmittelwertbildung erfolgt mit dem Tageswechsel.

- 1.6.1.4 Zusammen mit der Übertragung der Ergebnisse ist die Möglichkeit zur Übertragung einer Kommentierung vorzusehen.
- 1.6.1.5 Die Integrationsintervalle sollen für Testzwecke und für die Durchführung der Funktionsprüfungen verkürzt werden können.
- 1.6.1.6 Wesentliche Änderungen des installierten Systems, z.B. Austausch von AD-Wandlerkarten, BIOS oder Schnittstellenkarte, erfordern eine Abstimmung mit dem Prüfinstitut und eine Information der zuständigen Aufsichtsbehörde.
- 1.6.1.7 Nach der Neuinstallation des EFÜ-Systems beim Betreiber soll eine Prüfung der EFÜ-Abläufe einschließlich Fehlerreaktionen durch ein Prüfinstitut erfolgen und der ordnungsgemäße Einbau bescheinigt werden.

### **1.6.2 *Datensicherung***

- 1.6.2.1 Der unbefugte Zugriff auf Programme und Dateien ist durch Password und geeignete Prüfsummenverfahren sowie Dokumentation der Programmdateien zu verhindern. Datenmodelländerungen müssen innerhalb von 24 Stunden protokolliert und übertragen werden.
- 1.6.2.2 Das EFÜ-System soll in der Regel ausschließlich für die Belange der Emissionsüberwachung und Datenfernübertragung vorgehalten werden.
- 1.6.2.3 Es ist sicherzustellen, dass kein unbefugtes Eindringen in das System über die Datenübertragungsleitung von aussen erfolgen kann. Durch geeignete Vorkehrungen muss bei Fehlverbindungen die Datenübertragung unterbunden und die Verbindung abgebrochen werden. Die Anzahl erfolgloser Wiederholungsversuche ist zu begrenzen.
- 1.6.2.4 Bei Datenmodelländerungen ist mit dem neuen Datenmodell die neue Versionsnummer zu übertragen. Die Änderung des Datenmodells ist beim Betreiber zu dokumentieren.
- 1.6.2.5 Die Speichertiefe der Emissions-Messdaten (Mittelwerte gemäß TA Luft, 13. BImSchV und 17. BImSchV) im System muss mindestens 2 Jahre betragen. Übergeordnete Regelungen zur Aufbewahrung von Emissionsdaten bleiben unberührt.
- 1.6.2.6 Durch geeignete Datensicherungsverfahren muss eine regelmäßige Sicherung aller Messdaten und des Datenmodells sowie der Programmdateien möglich sein.

### **1.6.3 *Eignungsprüfung von EFÜ Systemen***

- 1.6.3.1 Die Eignungsprüfung von EFÜ-Systemen bezieht sich auf die verwendete Hard- und Software sowie auf die Einhaltung der aktuellen EFÜ-Schnittstellenbeschreibung. Eine Prüfung der Hardware erfolgt beispielhaft an einem System und ist auf Systeme anderer Herkunft und Konfiguration übertragbar, wenn eine geeignete Spezifikation im Rahmen der Funktionsprüfung nach der Installation an der zu überwachenden Anlage nachgewiesen wird.
- 1.6.3.2 Falls das EFÜ-System auch die Messwertverarbeitung übernimmt, ist bei der Eignungsprüfung festzustellen, für welche Aufgaben gemäß 13. BImSchV, 17. BImSchV und TA Luft das System geeignet ist.
- 1.6.3.3 Die Prüfung ist unter Beachtung der EFÜ-Abläufe mit einem gleichartigen System vorzunehmen, wie es auch bei der Aufsichtsbehörde eingesetzt wird. Dabei ist die bundeseinheitliche Schnittstellenbeschreibung für das Betreibersystem zugrunde zu legen. Das für die Prüfung verwendete G-System und die Software-Version sind zu benennen.

## **1.7 Systeme für Langzeitprobenahme**

### **1.7.1 Allgemeines**

- 1.7.1.1 Die Eignungsprüfung umfasst das Probenahmesystem (einschließlich Probenaufbereitung), Analyse und Datenausgabe.
- 1.7.1.2 Es gelten die Anforderungen nach 1.1.1, 1.1.2, 1.1.10, 1.1.13, 1.1.16.
- 1.7.1.3 Das Messverfahren soll als vollständiges Messverfahren (Probenahme einschließlich Probenaufbereitung und Analyse) durch Vergleichsmessungen mit einem Bezugsmessverfahren überprüft werden. Die Vergleichsmessungen sollen über den Zeitraum des Praxistests verteilt durchgeführt werden.
- 1.7.1.4 Die Justierung der Messeinrichtung soll im Betrieb gegen unbefugtes oder unbeabsichtigtes Verstellen gesichert werden können. Die Änderung von Geräteparametern muss dokumentiert werden können.
- 1.7.1.5 Die Messeinrichtung soll so beschaffen sein, dass sie auf die jeweilige Messaufgabe abgestimmt werden kann. In der Regel soll die Messeinrichtung das Zweifache des geltenden Emissionsgrenzwertes erfassen können.
- 1.7.1.6 Bei Langzeitbeprobungen kann die Probenahme auch getaktet erfolgen, d.h. im regelmäßigen Wechsel zwischen Probenahme- und Pausenintervallen. In jedem Fall soll mindestens 30 % der Gesamteinsatzzeit mit Messungen belegt sein. Hierbei sind unterschiedliche Betriebszustände der Anlage zu berücksichtigen.
- 1.7.1.7 Die Einstellzeit (90 %-Zeit) ist zu ermitteln. Sie soll 10 % der minimalen Taktzeit nicht übersteigen.
- 1.7.1.8 Die Messeinrichtung soll Statusmeldungen über den Betrieb der Anlage verarbeiten können.
- 1.7.1.9 Die Messeinrichtung soll in der Lage sein, entweder einem eigenen oder nachgeschalteten Auswertesystem ihren jeweiligen Betriebszustand (z.B. Betriebsbereitschaft, Wartung, Störung, Probenahme- bzw. Pausen-Intervall) über Statussignal mitzuteilen.
- 1.7.1.10 Die Verfügbarkeit der Messeinrichtung muss im Dauereinsatz mindestens 80 % betragen und soll in der Eignungsprüfung 90 % erreichen. (Die Verfügbarkeit beschreibt den Anteil der Einzelprobenahmen, z.B. Tagesmittelwerte, während dessen verwertbare Ergebnisse zur Beurteilung des Emissionsverhaltens einer Anlage anfallen).
- 1.7.1.11 Die Reproduzierbarkeit nach 1.1.11 kann in begründeten Einzelfällen auch mit einer Messeinrichtung und einem Bezugsmessverfahren ermittelt werden.
- 1.7.1.12 Bei Messeinrichtungen mit automatischer Nachjustierung sind die dafür vorgesehenen Vorrichtungen in die Eignungsprüfung einzubeziehen. Im Falle einer automatischen Korrektur ist der Regelbereich zu ermitteln. Wird der zu bestimmende Regelbereich überschritten, soll ein Statussignal gegeben werden.

### **1.7.2 Messung von Emissionen**

- 1.7.2.1 Für den zulässigen Umgebungstemperaturbereich gelten die Forderungen nach 1.1.15.
- 1.7.2.2 Der abgesaugte Abgas-Teilvolumenstrom soll mit einer Genauigkeit von  $\pm 5\%$  erfasst werden. Die Möglichkeit zur Kontrolle eines Durchflusses bzw. seiner Parameter soll gegeben sein.
- 1.7.2.3 Verluste der zu bestimmenden Stoffe in der Probenahmeleitung (z.B. infolge Ablagerung, Sorption, Diffusion) sollen 10 % vom Grenzwert nicht übersteigen (bezogen auf das angefallene Probegasvolumen). Bei Bedarf ist die Möglichkeit zur Rückspülung der Probenahmeleitung vorzusehen.
- 1.7.2.4 Während der Eignungsprüfung sollen, über den gesamten Zeitraum des Dauertestes verteilt, mindestens 15 Werte je Komponente mit dem Bezugsmessverfahren ermittelt werden.

1.7.2.5 Die eingesetzten Messfilter, Kartuschen etc. sollen durch Beschriftung, Stempel o.ä. eindeutig gekennzeichnet sein.

Notwendige Informationen sind:

- Messortkennung/Anlagenbezeichnung,
- Datum,
- Probenahmezeitraum,
- abgesaugtes Probengasvolumen.

1.7.2.6 Die Lagerfähigkeit der beprobten Messfilter, Kartuschen etc. ist im Rahmen der Eignungsprüfung festzustellen und hinsichtlich der Messaufgabe zu beurteilen.

1.7.2.7 Der Blindwert der Filter- und Sorptionsmaterialien soll, bezogen auf das anfallende Probenvolumen, 5 % des zu überprüfenden Grenzwertes nicht übersteigen.

1.7.2.8 Startzeit und Dauer der Probenahme- und Pausen-Intervalle sollen einstellbar sein und den Betriebsbedingungen der Anlage angepasst werden können.

1.7.2.9 Die Probenahme soll, soweit in VDI/DIN-Richtlinien festgelegt, isokinetisch mit einer Genauigkeit von  $\pm 10\%$  erfolgen.

1.7.2.10 Die Reproduzierbarkeit nach 1.1.11 i.V.m. 1.7.1.11 soll für Gesamtstaub als Leitparameter, soweit dieser in Betracht kommt, den Wert 10 - bezogen auf den zweifachen Grenzwert - nicht unterschreiten.

Die Messunsicherheit der betrachteten anderen Abgasinhaltsstoffe soll mit dem Wert der jeweiligen Richtlinienreihe VDI/DIN verglichen und bewertet werden.

1.7.2.11 Wesentliche Kenndaten sind auf einem Druckerprotokoll automatisch zu dokumentieren (z.B. die Angaben nach 1.7.2.5 sowie effektiver Probenahme- und gesamter Einsatzzeitraum). Es können auch elektronische Datenträger eingesetzt werden.

### **1.7.3 Überprüfung der Messeinrichtung**

Die zuständige Behörde soll, wenn nicht schon durch gesetzliche Verpflichtungen vom Betreiber verlangt, dafür sorgen, dass eine von der nach Landesrecht zuständigen Behörde zu bestimmende Stelle im Einvernehmen mit der zuständigen Aufsichtsbehörde jährlich mindestens eine Überprüfung der Funktionsfähigkeit des Systems für Langzeitprobenahme durchführen soll. Dabei sind die Grundsätze der Richtlinie VDI 3950 Blatt 1 (Ausgabe Juli 1994) zu beachten.

In der Anordnung oder Auflage über den Einbau der Messeinrichtungen für die fortlaufende Überwachung der Emissionen besonderer Stoffe soll dem Betreiber der Anlage auferlegt werden, die Messeinrichtung nach dem Einbau von einer durch die nach Landesrecht zuständige Behörde zu bestimmenden Stelle überprüfen zu lassen. Dazu sollen mindestens drei Vergleichsmessungen mit einem Konventionalmessverfahren unter Beachtung der einschlägigen VDI-Richtlinien erfolgen. Eine erneute Überprüfung wird bei einer wesentlichen Änderung in der Betriebsweise der Anlage oder der Messeinrichtung, spätestens jedoch nach einem Jahr erforderlich. Ggf. können dafür die Probenahmezeiten verkürzt werden; Hinweise dazu liefert die jeweilige Eignungsprüfung.

## **2. Prüfinstitute**

Die Eignungsprüfung wird von staatlich bekannt gegebenen Prüfinstituten vorgenommen, die besondere Erfahrungen bei der Durchführung von Emissions- und Immissionsmessungen, bei der Kalibrierung kontinuierlicher Messeinrichtungen sowie bei der Geräteprüfung nachgewiesen haben.

Prüfungen und Gutachten von Prüfstellen anderer Mitgliedstaaten der EU bzw. des Europäischen Wirtschaftsraumes (EWR) werden als gleichwertig anerkannt, insbesondere wenn

- die Eignungsprüfung nach den in dieser Richtlinie enthaltenen Anforderungen oder nach fachlich gleichwertigen Verfahren vorgenommen worden ist, die insbesondere einen mindestens dreimonatigen Feldtest der Geräte einbeziehen, und
- die Prüfstellen besondere Erfahrungen bei der Durchführung von Emissions- und Immissionsmessungen, bei der Kalibrierung kontinuierlicher Messeinrichtungen sowie bei der Geräteprüfung nachgewiesen haben, beispielsweise durch eine Benennung durch die zuständigen Behörden eines Mitgliedstaates, sowie
- die Prüfstellen durch ein von der ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation) evaluiertes Akkreditierungssystem für die entsprechenden Prüfaufgaben nach der Normenreihe EN 45000 akkreditiert sind.

### **3. Verfahren der Eignungsbekanntgabe**

- 3.1 Nach Abschluss einer Eignungsprüfung legt das Prüfinstitut über die Ergebnisse einen Prüfbericht vor, der dem Länderausschuss für Immissionsschutz, Unterausschuss Luft/Überwachung, zur Begutachtung zugeleitet wird.
- 3.2 Führt die Abstimmung zwischen dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, den zuständigen Länderbehörden und den Prüfinstituten zu einem positiven Gesamurteil, soll die Eignung der geprüften Einrichtung im Gemeinsamen Ministerialblatt der Bundesministerien bekanntgegeben werden. Die Bekanntgabe im Gemeinsamen Ministerialblatt der Bundesministerien wird durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit veranlasst.
- 3.3 Das Prüfinstitut hat die Prüfungsunterlagen und -ergebnisse den zuständigen obersten Landesbehörden zugänglich zu machen und mindestens fünf Jahre aufzubewahren.

### **4. Einbau, Überprüfung, Wartung, Einsatz und Berichterstattung**

#### **4.1 Auswahl und Einbau der Einrichtung**

Werden Einrichtungen über den bekanntgegebenen Rahmen hinaus eingesetzt, kann die Überwachungsbehörde die Stellungnahme des Prüfinstitutes, das die Eignungsprüfung durchgeführt hat, hierzu fordern (Generalklausel).

- 4.1.1 Die zuständige Behörde soll dafür sorgen, dass der Einbau der Messeinrichtung unter Mitwirkung einer von der nach Landesrecht zuständigen Behörde zu bestimmenden Stelle erfolgt.
- 4.1.2 Die zuständige Behörde soll dafür sorgen, dass die Probenahmestelle für die Messeinrichtung im Messquerschnitt so gewählt wird, dass eine repräsentative Messung zur Bewertung des Emissionsverhaltens der Anlage gegeben ist (siehe dazu auch Richtlinie VDI 3950 Blatt 1 (Ausgabe Juli 1994)). Weiterhin müssen die Einbaustellen der Messeinrichtungen und der Vergleichsmesseinrichtungen durch sichere Verkehrswege leicht zugänglich sein; die für die Messungen und Wartung notwendigen Arbeitsbühnen müssen eine der jeweiligen Aufgabenstellung angemessene Größe besitzen und den Sicherheitsvorschriften entsprechen.

#### **4.2 Einsatz und Wartung**

- 4.2.1 Die zuständige Behörde soll darauf hinwirken, dass Einrichtungen i.S. dieser Vorschrift nur von ausgebildetem und in die Bedienung eingewiesenen Fachpersonal unter Beachtung der Bedienungsanleitung des Herstellers betreut wird.

4.2.2 Es soll von der zuständigen Behörde empfohlen werden, dass der Betreiber der Anlage einen Wartungsvertrag zur regelmäßigen Überprüfung der Einrichtungen im Sinne dieser Vorschrift abschließt. Auf den Wartungsvertrag kann verzichtet werden, wenn der Betreiber über eine Mess- und Regelwerkstatt und qualifiziertes Personal verfügt.

4.2.3 Die zuständige Behörde kann verlangen, dass der Betreiber einer Anlage über alle Arbeiten an Einrichtungen im Sinne dieser Vorschrift ein Kontrollbuch zu führen hat, das ihr vorzulegen ist.

## Anhang 1

### **Systeme zur elektronischen Auswertung: Besondere Einsatzfälle bei Feuerungsanlagen**

#### 1. *Großfeuerungsanlagen mit Entschwefelungseinrichtungen*

1.1 Bei Feuerungsanlagen mit Entschwefelungseinrichtungen ist in Abhängigkeit von der Fahrweise und dem Anteil der Entschwefelungseinrichtungen an der Einhaltung des geforderten Schwefelemissionsgrades die Art der kontinuierlichen Überwachung der Emissionen von der zuständigen Behörde im Einzelfall festzulegen.

1.2 Bei Anlagen mit Abgasendreinigungsanlage kann der Abscheidegrad durch Messungen der Schwefeldioxidkonzentration und der zugehörigen Bezugsgrößen im ungereinigten und gereinigten Abgas bestimmt werden. Wird der Schwefelemissionsgrad ausschließlich durch Einsatz der Abgasendreinigungsanlage eingehalten, ist der Abscheidegrad ein Maß für den Schwefelemissionsgrad. Soll die natürliche oder durch Zugabe von Sorbentien erhöhte Schwefeleinbindung in die festen Verbrennungsrückstände angerechnet werden, ist der Zusammenhang zwischen Abscheidegrad der Entschwefelungseinrichtung und dem Schwefelemissionsgrad in Abhängigkeit vom Dosierverhältnis zwischen Additiv und Brennstoff zu ermitteln.

1.3 Wird in der Abgasendreinigungsanlage nur ein Abgasteilstrom behandelt, ist dessen Anteil am Gesamt-abgasstrom fortlaufend zu bestimmen und der gemessene Abscheidegrad entsprechend umzurechnen.

1.4 In besonderen Fällen kann der Schwefelemissionsgrad durch Analyse des Brennstoffschwefels und Messung der Schwefeldioxidkonzentration im gereinigten Abgas bestimmt werden.

1.5 Der Schwefelemissionsgrad ist als Halbstundenmittelwert und als Tagesmittelwert zu ermitteln und zu klassieren. In Fällen nach 1.4 sind die Mittelungszeiten durch die Behörde festzulegen.

1.6 Bei der Ermittlung des Schwefelemissionsgrades ist ein Vertrauensbereich von 7 % und ein Toleranzbereich von 14 % des geforderten Schwefelemissionsgrades einzusetzen. (Dabei ist der Vertrauensbereich auf den Tagesmittelwert und der Toleranzbereich auf den Halbstundenmittelwert als Einzelwert anzuwenden.)

1.7 Anfahrzeiten, in denen aus technischen Gründen das Zweifache des Emissionsgrenzwertes nicht eingehalten werden kann, sind der Auswerteeinrichtung über Statussignal mitzuteilen. Die während dieser Zeit anfallenden Halbstundenmittelwerte für Schwefeldioxid sind in einem gesonderten Speicher quantitativ zu erfassen. Sie bleiben bei der Bildung der Häufigkeitsverteilungen unberücksichtigt.

1.8 Ausfallzeiten der Entschwefelungseinrichtung sind der Auswerteeinrichtung über Statussignal mitzuteilen und in zwei getrennten Speichern für aufeinanderfolgende Betriebsstunden und für das laufende Kalenderjahr zu erfassen. Die Kriterien für das Statussignal sind durch die zuständige Behörde festzulegen. Der Speicher für aufeinanderfolgende Ausfallstunden soll nach Ende der Ausfallzeit automatisch gelöscht werden. Die während der Ausfallzeiten gebildeten Halbstundenmittelwerte für Schwefeldioxid sind bei der Bildung der Häufigkeitsverteilungen unberücksichtigt zu lassen.

1.9 Die Ergebnisse in den Speichern nach 1.7 und 1.8 sollen in der Datenausgabe zum Jahresabschluss sowie für den abgelaufenen Kalendertag in der täglichen Aufzeichnung enthalten sein.

2. *Misch- und Mehrstofffeuerungen*

- 2.1 Bei Misch- und Mehrstofffeuerungen ist in Abhängigkeit von der Fahrweise und dem Verhältnis der eingesetzten Brennstoffmengen die Art der kontinuierlichen Überwachung der Emissionen von der zuständigen Behörde im Einzelfall festzulegen.
- 2.2 Bei Mischfeuerungen können die gebräuchlichen Brennstoffmischungsverhältnisse zu wenigen Mischungsbereichen zusammengefasst werden. Für diese Mischungsbereiche sind Grenzwerte festzulegen und repräsentative Kalibrierkurven aufzunehmen. Die Auswerteeinrichtung ist so auszulegen, dass bei einem Wechsel des Mischungsbereiches die Auswertung auf die zugeordnete Kalibrierkurve umgestellt wird. Die in den verschiedenen Mischungsbereichen gewonnenen Mittelwerte sollen getrennt klassiert und gespeichert werden. Bei der täglichen Aufzeichnung können Angaben zu Mischungsbereichen entfallen, die im Betrieb des zurückliegenden Tages nicht vorgekommen sind.
- 2.3 Zur Verminderung des Aufwandes kann unter Inkaufnahme einer geringeren Aussage eine Auswertung unter Verwendung eines an das Brennstoff-Mischungsverhältnis gleitend angepassten Grenzwertes vorgenommen werden.
- 2.4 Bei Mischfeuerungen nach § 31 Abs. 2 der 13. BImSchV oder Nr. 3.3.1.2.4 Abs. 2 TA Luft ist bei der Kalibrierung der Brennstoff einzusetzen, für den der höchste Emissionsgrenzwert gilt.
- 2.5 Bei Mehrstofffeuerungen besteht die Möglichkeit, mehrere, den gebräuchlichen Brennstoffen zugeordnete Kalibrierkurven aufzunehmen und die Auswerteeinrichtung so auszulegen, dass bei einem Wechsel des Brennstoffes die Auswertung auf die zugeordnete Kalibrierkurve umgestellt wird. Die beim Einsatz verschiedener Brennstoffe gewonnenen Mittelwerte sollten getrennt klassiert und gespeichert werden. Bei der täglichen Aufzeichnung können Angaben zu Klassen und Speichern entfallen, deren Inhalt sich während des zurückliegenden Tages nicht verändert hat.

**Anhang 2**

**Systeme zur elektronischen Auswertung: Besondere Anforderungen für Aufgaben nach der 17. BImSchV**

1. *Bildung, Normierung und Klassierung*

1.1 *Schadstoffe* (nach § 5 Abs. 1 Nr. 1 u. 2 der 17. BImSchV)

1.1.1 Die Klassierung der Halbstundenmittelwerte erfolgt grundsätzlich in 20 Klassen einheitlicher Breite. Die Klasseneinteilung ist so zu wählen, dass der Emissionsgrenzwert für Halbstundenmittelwerte auf die obere Grenze der 20. Klasse fällt.

1.1.2 Die Klassierung nach 1.1.1 gilt auch bei Einsatz von Messgeräten mit elektronisch umschaltbaren Messbereichen.

1.1.3 Wird zur Erfassung von Konzentrationen im Bereich des Emissionsgrenzwertes für Tagesmittelwerte ein gesonderter Messkanal oder ein zusätzliches Messgerät eingesetzt, so kann die Klassierung in diesem Bereich verfeinert werden.

1.1.4 Oberhalb des Emissionsgrenzwertes für Halbstundenmittelwerte sind zwei Klassen mit einstellbaren Grenzen einzurichten, von denen die erste beim Emissionsgrenzwert für Halbstundenmittelwerte beginnt und bei der Grenze des zugehörigen Toleranzbereiches endet. Die Breite der ersten Klasse beträgt jedoch mindestens 5 % des Grenzwertes für Halbstundenmittelwerte.

1.2 *Kohlenmonoxid-Messungen* (§ 4 Abs. 6 der 17. BImSchV)

1.2.1 Anstelle von Halbstundenmittelwerten werden Stundenmittelwerte gebildet, normiert, klassiert und gespeichert.

1.2.2 Die Klasseneinteilung ist so zu wählen, dass der Bereich bis zum Zweifachen des Emissionsgrenzwertes für Stundenmittelwerte mit 20 Klassen einheitlicher Breite überdeckt wird und der Emissionsgrenzwert für Stundenmittelwerte auf die obere Grenze der 10. Klasse fällt.

Die Tagesmittelwerte werden aus den Stundenmittelwerten gebildet.

1.2.3 Zusätzlich werden Zehnminutenmittelwerte gebildet.

Die während der Betriebszeit anfallenden Zehnminutenmittelwerte sind kalendertäglich in zwei Klassen zu erfassen, deren gemeinsame Grenze von der Grenze des Vertrauensbereiches oberhalb des Emissionsgrenzwertes für Kurzzeitwerte ( $150 \text{ mg/m}^3$ ) gebildet wird. Erfasst werden nur Zehnminutenmittelwerte, bei denen die gesamte Integrationszeit mit verwertbaren Messergebnissen belegt ist.

Bei Tagesende ist zu überprüfen und zu registrieren, ob mehr als 90 % der Kurzzeitwerte in der ersten Klasse gezählt wurden (90 %-Regel). Danach werden die Klassen gelöscht. In der Regel sollen wenigstens 36 Zehnminutenmittelwerte zur Auswertung zur Verfügung stehen.

### 1.3 *Betriebsgrößen/Bezugsgrößen*

1.3.1 *Nachverbrennungstemperatur* (§ 4 Abs. 2,3 der 17. BImSchV)

Aus den Messwerten der Nachverbrennungstemperatur sind Zehnminutenmittelwerte zu bilden.

Diese Zehnminutenmittelwerte sind in 20 Klassen einheitlicher Breite zu erfassen. Die Klasseneinteilung ist so zu wählen, dass insgesamt ein Temperaturbereich von 400 K abgedeckt wird und die festgelegte Mindesttemperatur auf die Grenze zwischen der 10. und 11. Klasse fällt.

1.3.2 *Sauerstoffgehalt in der Nachbrennzone* (§ 4 Abs. 2,3 der 17. BImSchV)

Der Sauerstoffgehalt am Ende der Nachverbrennungszone ist zu messen (§ 11 Abs. 1 Nr. 4). Aus den Messwerten sind Zehnminutenmittelwerte zu bilden.

Die Zehnminutenmittelwerte sind in 20 Klassen einheitlicher Breite zu erfassen. Die Klasseneinteilung ist so zu wählen, dass insgesamt ein Sauerstoffbereich von 0-12 Vol.% bzw. 0-6 Vol.% abgedeckt wird und der festgelegte Mindestsauerstoffgehalt auf die Grenze zwischen der 10. und der 11. Klasse fällt.

Erfasst werden nur Zehnminutenmittelwerte, bei denen die gesamte Integrationszeit mit verwertbaren Messergebnissen belegt ist.

1.3.3 *Überwachung der Beschickung* (§ 4 Abs. 4 i.V. mit § 11 Abs. 4 der 17. BImSchV)

Die Zeiten, in denen die Beschickung der Anlagen verriegelt oder unterbrochen war, sind für jeden Kalendertag zu registrieren.

1.3.4 *Ausfälle der Abgasreinigungseinrichtungen* (§ 16 Abs. 2 der 17. BImSchV)

Ausfallzeiten der Abgasreinigungseinrichtungen sind der Auswerteeinrichtung über Statussignale mitzuteilen und in zwei getrennten Speichern für aufeinanderfolgende Betriebsstunden und für das laufende Kalenderjahr zu erfassen. Die Kriterien für die Statussignale sind durch die zuständige Behörde festzulegen. Der Speicher für aufeinanderfolgende Ausfallstunden soll nach Ende der Ausfallzeit automatisch gelöscht werden.

Die während der Ausfallzeiten gebildeten Halbstundenmittelwerte für anorganische gasförmige Verbindungen bleiben bei der Bildung der Häufigkeitsverteilung nach 1.1 unberücksichtigt.

Die während der Ausfallzeiten gebildeten Halbstundenmittelwerte für Gesamtstaub sind in zwei Klassen zu erfassen, deren gemeinsame Grenze von dem für Ausfallzeiten geltenden Emissionsgrenzwert für Halbstundenmittelwerte ( $150 \text{ mg/m}^3$ ) gebildet wird.

1.3.5 *Emissionszahl für anorganische gasförmige Chlorverbindungen bei Altanlagen*  
(§ 17 Abs. 4 der 17. BImSchV)

Wird von der Übergangsregelung nach § 17 Abs. 4 Satz 2 Gebrauch gemacht, so ist in Abhängigkeit von der Betriebsweise die Art der kontinuierlichen Überwachung der Emissionen anorganischer gasförmiger Chlorverbindungen von der zuständigen Behörde im Einzelfall festzulegen.

Die Emissionszahl für anorganische gasförmige Chlorverbindungen kann durch Messungen der Konzentration und der zugehörigen Bezugsgrößen im ungereinigten und gereinigten Abgas bestimmt werden.

1.3.6 *Sonstige Betriebs- und Bezugsgrößen* (§ 11 Abs. 1 Nr. 4 der 17. BImSchV)

Werden weitere Betriebs- oder Bezugsgrößen (zum Beispiel Abgasvolumenstrom oder -feuchtegehalt) kontinuierlich gemessen, so ist die Art der Auswertung von der zuständigen Behörde in Anlehnung an 1.1 im Einzelfall festzulegen.

1.4 *Datenausgabe*

1.4.1 Die tägliche Aufzeichnung muss zusätzlich folgende Daten umfassen:

- Ergebnis der Überprüfung nach 1.2.3,
- Stand der Häufigkeitsverteilung nach 1.3.1 und 1.3.2,
- Verriegelungszeiten nach 1.3.3,
- Ergebnisse in den Speichern und Klassen nach 1.3.4.

1.4.2 Die Datenausgabe zum Jahresabschluss muss zusätzlich folgende Angaben umfassen:

- Datum der Tage, an denen die 90 %-Regel nach 1.2.3 nicht eingehalten wurde,
- Häufigkeitsverteilung nach 1.3.1 und 1.3.2,
- Ergebnisse in den Speichern und Klassen nach 1.3.3 und 1.3.4.

1.4.3 Bei der Datenausgabe ist die Häufigkeitsverteilung nach 1.3.1 und 1.3.2 invers darzustellen, indem die höheren Klassen den niedrigeren Temperaturen bzw. Sauerstoffgehalten zugeordnet werden.

2. *Eignungsprüfung elektronischer Auswertesysteme*

2.1 Das Auswertesystem soll in der Lage sein, Messwerte von Messgeräten mit elektronisch umschaltbaren Messbereichen geschlossen zu verarbeiten. Die durch Statussignal angezeigte Umschaltung ist elektronisch zu kompensieren.

2.2 Das Auswertesystem soll in der Lage sein, eine kombinierte Auswertung vorzunehmen, wenn für einzelne Schadstoffe zwei getrennte Messkanäle oder zwei Messgeräte mit unterschiedlichen Messbereichen eingesetzt werden.

2.3 Die Einbeziehung einer kontinuierlichen Messung des Abgasvolumenstromes und der Abgasfeuchte soll möglich sein.

## 7.8 Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Emissionen – Teil 2

Stand: Januar 1997

# Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

## Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Verbrennungsbedingungen an Abfallverbrennungsanlagen nach der Siebzehnten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe - 17. BImSchV)

- RdSchr. d. BMU v. 1.9.1994 - IG I 3 - 51 134/3 - (GMBL S. 1231)

Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und die für den Immissionsschutz zuständigen obersten Landesbehörden haben im Länderausschuss für Immissionsschutz Übereinstimmung über die nachstehende Richtlinie erzielt.

Die Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe - 17. BImSchV) vom 23. Nov. 1990 schreibt vor, dass Abfallverbrennungsanlagen so zu errichten und zu betreiben sind, dass ein weitgehender Ausbrand der Einsatzstoffe erreicht wird.

Entsprechend § 4 Abs. 2 oder 3 der 17. BImSchV sind Verbrennungsbedingungen wie Mindesttemperatur, Mindestsauerstoffgehalt und Mindestverweilzeit bei gleichmäßiger Durchmischung der Verbrennungsgase mit der Verbrennungsluft zur Erzielung eines weitgehenden Ausbrandes aus feuerungstechnischer Sicht vorgegeben und erfordern eine messtechnische Überprüfung gemäß § 10 der 17. BImSchV.

Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit empfiehlt den zuständigen obersten Landesbehörden, dieser Richtlinie entsprechende, möglichst übereinstimmende Verwaltungsvorschriften zu erlassen.

### 1. Kontinuierliche Messungen nach § 11 Abs. 1 Nr. 3 der 17. BImSchV

#### 1.1 Mindesttemperatur gem. § 4 Abs. 2, 3 der 17. BImSchV

Es sind an geeigneter Stelle im Nachbrennraum (z.B. Kesseldecke) mindestens zwei Messeinrichtungen gemäß Richtlinienreihe VDI/VDE 3511 zu installieren; der Mittelwert ist nach § 11 Abs. 1 zu registrieren und auszuwerten.

Bei Ausfall einer Messeinrichtung ist diese unverzüglich durch eine vorzuhaltende baugleiche Reserve-messeinrichtung zu ersetzen.

#### 1.2 Mindestvolumengehalt an Sauerstoff gemäß § 4 Abs. 2, 3 der 17. BImSchV

Es sollte an geeigneter Stelle im Abgasweg (z.B. nach Kessel) eine eignungsgeprüfte Sauerstoff-Messeinrichtung (empfahlener Messbereich: 0 - 12 Vol-% bzw. 0 - 6 Vol-%), die gegebenenfalls mit Zusatzeinrichtungen (z.B. Rückspülen) ausgerüstet ist, installiert werden.

Die Messwerte sollten gemäß der Richtlinie über die Auswertung kontinuierlicher Emissionsmessungen nach der Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe (RdSchr. d. BMU vom 26.10.92; GMBI 1992, S. 1138) ausgewertet und auf trockenes Abgas bezogen werden. Die Sauerstoff-Messeinrichtung im Reingas ist zur messtechnischen Erfassung des Mindestvolumengehaltes an Sauerstoff im Nachbrennraum in der Regel nicht geeignet.

## **2. Überprüfung der Verbrennungsbedingungen gem. § 13 Abs. 1 der 17. BImSchV**

### **2.1 Überprüfung der Mindesttemperatur**

#### **2.1.1 Festlegung der Messebenen**

Eine Messebene (Messebene 1) ist am Ende der Nachbrennzone (oberhalb der Stützbrenner) gem. § 4 Abs. 2, 3 der 17. BImSchV für die jeweils genehmigten Betriebszustände festzulegen. Die Basis dafür sind die Auslegungsdaten des Herstellers bzw. Lieferanten. Eine weitere Messebene (Messebene 2) soll dort eingerichtet werden, wo der Beginn der Nachbrennzone definiert ist.

Diese Messebene ist nach der letzten Verbrennungsluftzuführung auf der Basis von Auslegungsdaten des Herstellers bzw. Lieferanten festzulegen.

Die Ebene, in der erstmalig von einer gleichmäßigen Durchmischung der Verbrennungsgase mit Verbrennungsluft ausgegangen werden kann, wird als Beginn der Nachbrennzone im Sinne des § 4 Abs. 2 der 17. BImSchV definiert.

Aufgrund örtlicher Gegebenheiten sind geringere Abweichungen der Lage der Messebene 2 vom tatsächlichen Beginn der Nachbrennzone möglich. Dies wird durch entsprechende Umrechnungen (vgl. Bild 1) kompensiert.

#### **2.1.2 Messtechnik**

Nach derzeitigem Stand der Technik sind für die messtechnische Überprüfung der Mindesttemperatur ausschließlich Absaugepyrometer mit keramischer Abschirmung einzusetzen. Für jede festgelegte Messachse ist gleichzeitig mindestens ein Messgerät zu verwenden. Die in den Absaugepyrometern eingesetzten Thermoelemente müssen den PTB-Anforderungen 14.2 vom April 1988 entsprechen.

#### **2.1.3 Festlegung der Messpunkte für die Netzmessung**

Die Temperaturmessung erfolgt auf mindestens zwei Messachsen als Netzmessung im Feuerraum. Der Messquerschnitt ist in flächengleiche Teilflächen, in deren Schwerpunkten die Messpunkte liegen, zu unterteilen. Die Anzahl der Messpunkte beträgt 1 pro ca.  $2 \text{ m}^2$ . Eine gleichmäßige Punktverteilung über den Messquerschnitt ist zu gewährleisten.

#### **2.1.4 Messwertverarbeitung**

Die elektronische Messwerterfassung sollte mit einer Abtastfrequenz  $\leq 10 \text{ s}$  erfolgen. Die Messwerte sind auf 10-Minuten-Mittelwerte zu verdichten.

### **2.1.5 Abnahmemessung gem. § 13 Abs. 1 der 17. BImSchV**

Für den Nachweis, dass die geforderte Mindesttemperatur eingehalten wird, ist bei betriebsmäßig verschmutztem Kessel folgende Anzahl von Netzmessungen entsprechend 2.1.3 erforderlich:

- ungestörter Dauerbetrieb (Nennlast): 3 Netzmessungen über einen Gesamtzeitraum von mindestens 3 Stunden
- abweichende Betriebszustände (z.B. Teillast, falls genehmigter Betriebszustand): 3 Netzmessungen über einen Gesamtzeitraum von mindestens 3 Stunden
- Anfahren ohne Beschickung mit Einsatzstoffen (gem. § 4 Abs. 5 Nr. 1): 1 Netzmessung für den Endzustand der Aufheizphase über einen Zeitraum von ca 1 Stunde (unter Beachtung von Pkt. 4.)

Für jeden nach 2.1.3 festgelegten Messpunkt erfolgt eine Umrechnung der einzelnen 10-Minuten-Mittelwerte über die nach 2.3.2 ermittelten Temperaturgradienten auf eine fiktive Messebene, die einer Verweilzeit von 2 Sekunden (Mindestverweilzeit) entspricht.

Bewertungskriterium ist die Mindesttemperatur in jedem der nach 2.1.3 festgelegten Messpunkte für jede Einzelmessung als 10-Minuten-Mittelwert.

## **2.2 Überprüfung des Mindestvolumengehaltes an Sauerstoff**

Vorbemerkung:

Üblicherweise erfolgen die Sauerstoffmessungen zeitgleich mit den Temperaturmessungen nach 2.1 über die Absaugepyrometer, so dass Messebene und Messpunkte identisch sind.

### **2.2.1 Festlegung der Messebene**

Eine Messebene (Messebene 1) ist am Ende der Nachbrennzone (oberhalb der Stützbrenner) gemäß § 4 Abs. 2, 3 der 17. BImSchV für die jeweils genehmigten Betriebszustände festzulegen. Die Basis dafür sind die Auslegungsdaten des Herstellers bzw. Lieferanten. Eine weitere Messebene (Messebene 2) soll dort eingerichtet werden, wo der Beginn der Nachbrennzone definiert ist. Diese Messebene ist nach der letzten Verbrennungsluftzuführung auf der Basis von Auslegungsdaten des Herstellers bzw. Lieferanten festzulegen. Die Ebene, in der erstmalig von einer gleichmäßigen Durchmischung der Verbrennungsgase mit Verbrennungsluft ausgegangen werden kann, wird als Beginn der Nachbrennzone im Sinne des § 4 Abs. 2 der 17. BImSchV definiert.

Aufgrund örtlicher Gegebenheiten sind geringe Abweichungen der Höhe der Messebene 2 vom tatsächlichen Beginn der Nachbrennzone möglich. Dies wird durch entsprechende Umrechnungen (vgl. Bild 1) kompensiert.

### **2.2.2 Messtechnik**

Es sind ausschließlich eignungsgeprüfte Sauerstoff-Messeinrichtungen einzusetzen.

### **2.2.3 Festlegung der Messpunkte für die Netzmessung**

Die Sauerstoffmessung erfolgt auf mindestens zwei Messachsen als Netzmessung im Feuerraum. Der Messquerschnitt ist in flächengleiche Teilflächen, in deren Schwerpunkten die Messpunkte liegen, zu unterteilen. Die Anzahl der Messpunkte beträgt 1 pro ca.  $2 \text{ m}^2$ . Eine gleichmäßige Punktverteilung über den Messquerschnitt ist zu gewährleisten.

### **2.2.4 Messwertverarbeitung**

Die elektronische Messwerterfassung sollte mit einer Abtastfrequenz  $\leq 10 \text{ s}$  erfolgen. Die Messwerte sind auf 10-Minuten-Mittelwerte zu verdichten.

## 2.2.5 Abnahmemessung gem. § 13 Abs. 1 der 17. BImSchV

Für den Nachweis, dass der geforderte Mindestvolumengehalt an Sauerstoff eingehalten wird, ist bei betriebsmäßig verschmutztem Kessel folgende Anzahl von Netzmessungen entsprechend 2.1.3 erforderlich:

- ungestörter Dauerbetrieb (Nennlast) 3 Netzmessungen über einen Gesamtzeitraum von mindestens 3 Stunden
- abweichende Betriebszustände (z.B. Teillast, falls genehmigter Betriebszustand): 3 Netzmessungen über einen Gesamtzeitraum von mindestens 3 Stunden.

Bewertungskriterium ist der Mindestvolumengehalt an Sauerstoff in jedem der nach 2.2.3 festgelegten Messpunkte für jede Einzelmessung als 10-Minuten-Mittelwert, sofern ein Mindestvolumengehalt an Sauerstoff vom 3 von Hundert gemäß § 4 Abs. 2 der 17. BImSchV zutreffend ist.

In den anderen Fällen gilt als Bewertungskriterium der Mindestvolumengehalt an Sauerstoff als Mittelwert für jede Netzmessung, wobei die Einzelwerte in jedem der nach 2.2.3 festgelegten Messpunkte (für jede Einzelmessung als 10-Minuten-Mittelwert) nicht mehr als minus 50 vom Hundert vom mittleren Volumengehalt an Sauerstoff (für die Netzmessung) abweichen dürfen.

## 2.3 Überprüfung der Verweilzeit der Abgase

### 2.3.1 Messebenen

Zur Ermittlung der Verweilzeit, für die die Mindesttemperatur eingehalten ist, werden zwei Messebenen (Messebene 2 und Messebene 1) genutzt. (vgl. 2.1.1).

### 2.3.2 Ermittlung des Temperaturgradienten

Zeitgleich sind Temperatur-Netzmessungen (je 3 Netzmessungen) bei gleichem Anlagen-Betriebszustand in den Messebenen 1 und 2 durchzuführen.

Messtechnische Rahmenbedingungen sind analog Pkt. 2.1 vorgegeben. (Die gewonnenen Messergebnisse bezüglich Messebene 1 können für die Überprüfung der Mindesttemperatur nach 2.1 verwendet werden.) Aus den Messwerten wird die mittlere Temperaturdifferenz  $\Delta T_{1,2}$  zwischen Ebene 1 und 2 für den jeweiligen Betriebszustand (s.a. Pkt. 2.1.5) gebildet:

$$\Delta T_{1,2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (T_{2,i} - T_{1,i})$$

$T_{1i}$  Mittelwert der Temperurnetzmessung in der Messebene 1

$T_{2i}$  Mittelwert der Temperurnetzmessung in der Messebene 2

$n$  Anzahl der Temperurnetzmessungen in Ebene 1 bzw. 2.

Unter Annahme eines linearen Temperaturverlaufes zwischen den Messebenen 1 und 2 bzw. darüber hinaus ist damit für jede Ebene im Feuerraum die mittlere Temperatur bestimmt, umgekehrt kann die Ebene im Feuerraum, in der die Mindesttemperatur der Abgase gerade noch eingehalten wird, rechnerisch ermittelt werden (vgl. Bild 1).

$$\Delta H_T = (T_1 - T_M) \times \frac{\Delta H_{1,2}}{\Delta T_{1,2}}$$

$$T_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_{1,i}$$

Der mittlere Temperaturgradient errechnet sich aus  $\Delta T_{1,2} / \Delta H_{1,2}$

$T_1$	Mittelwert der Temperatur-Netzmessungen Messebene 1
$T_M$	Mindesttemperatur der Abgase (850 bzw. 1200°C)
$\Delta H_{1,2}$	Abstand zwischen Messebene 1 und 2
$\Delta H_T$	Abstand zwischen der Ebene im Feuerraum, an der die Abgase die Mindesttemperatur im Mittel gerade noch einhalten und der Messebene 1.

### 2.3.3 Ermittlung der Verweilzeit nach § 13 Abs. 1 der 17. BImSchV

Zur Bestimmung der Verweilzeit der Abgase im Bereich oberhalb der Mindesttemperatur ist der Abgasvolumenstrom (z.B. am Kesselende) zu messen und auf die Abgasbedingungen in der Nachbrennzone umzurechnen.

Die Volumenstrommessung erfolgt unter Beachtung der VDI 2066 Bl. 1 zeitgleich zu den Netzmessungen zur Überprüfung der Mindesttemperatur. Bei der Berechnung der Verweilzeit wird das Verhalten eines idealen Strömungsrohres (plug flow) angenommen.

Die für den Volumenstrom zugrunde zu legende Temperatur ist der Mittelwert aus der Temperatur am Beginn der Nachbrennzone  $T_{BNBZ}$  und der Mindesttemperatur. Unter Berücksichtigung der geometrischen Verhältnisse und des Volumenstromes errechnet sich die Verweilzeit in der Nachbrennzone.

$$t_{VZ} = \frac{A \times (\Delta H + \Delta H_T)}{\dot{V}_{FR}}$$

$\dot{V}_{FR}$	Mittelwert des Volumenstromes der Abgase im Feuerraum (im Betriebszustand, feucht) bei $\frac{T_{BNBZ} + T_M}{2}$
$\Delta H$	Abstand zwischen Beginn der Nachbrennzone und Messebene 1
$A$	Querschnittsfläche Feuerraum (für $A = \text{const.}$ )
$T_{VZ}$	Verweilzeit der Abgase oberhalb der Mindesttemperatur.

Bewertungskriterium ist die Mindestverweilzeit von 2 Sekunden. Von einer gleichmäßigen Durchmischung der Verbrennungsgase mit Verbrennungsluft ist dann auszugehen (betr. § 13 Abs. 1 der 17. BImSchV), wenn die Verbrennungsbedingungen (Temperatur an jedem Messpunkt, mittlerer Volumengehalt an Sauerstoff) auf beiden Messebenen und damit über die gesamte Nachbrennzone eingehalten sind.

## 3. Funktionsprüfung und Kalibrierung von Betriebsmessgeräten für die kontinuierliche Überwachung der Mindesttemperatur (§ 11 Abs. 1 Nr. 3)

### 3.1 Funktionsprüfung

Die Funktionsprüfung von Betriebsmessgeräten für die Mindesttemperatur ist jährlich wie nachfolgend beschrieben durchzuführen:

- Plausibilitätsprüfung der Anzeige der Betriebsmessgeräte nach der Fixpunktmetode (Eispunkt in Eis-Wasser-Gemisch nach VDI/VDE 3511 Bl. 2) oder alternativ: Prüfung mittels eines Vergleichelementes entweder wechselweise an den Einbaustellen der Betriebsmessgeräte oder an anderen geeigneten Messöffnungen (Basis: 1-Stunden-Mittelwert).
- Überprüfung der Messwertübertragung mit einer Konstantspannungsquelle.
- Überprüfung zum Erkennen eines Elementbruches durch das elektronische Auswertesystem, dazu ist jedes einzelne Betriebsmessgerät abzuklemmen.
- Überprüfung der Betriebsmessgeräte bezüglich Bauausführung und Einbaulage im Vergleich zum Zeitpunkt der letzten Kalibrierung.

### 3.2. Kalibrierung

Die Kalibrierung von Betriebsmessgeräten zur kontinuierlichen Überwachung der Mindesttemperatur ist im Abstand von drei Jahren erforderlich.

#### 3.2.1 Bestimmung des Endes der Nachbrennzone

Die Ermittlung der Feuerraumtemperaturen entsprechend 2.3.2 (Mittelwertbildung) erfolgt jeweils bei Vollast und weiteren genehmigten Betriebszuständen. Für den Betriebszustand Anfahren wird zusätzlich auf Punkt 4. verwiesen.

Es sind dazu mindestens sechs Netzmessungen (bei Voll- und Teillast) jeweils zeitgleich in Messebene 1 und 2 durchzuführen. Für die Zeiträume dieser Netzmessungen sind die mittleren Messwerte der Betriebsmessgeräte zu ermitteln, so dass mindestens 6 Datensätze Netzmessungen - Betriebsmessung zur Verfügung stehen.

Unter Annahme eines linearen Temperaturverlaufes zwischen den Messebenen 1 und 2 bzw. darüber hinaus ist das Ende der Nachbrennzone (definiert als Ebene im Feuerraum, an der die Mindestverweilzeit von 2 s exakt eingehalten ist) bestimmbar (vgl. Bild 1).

$$\Delta H_{NBZ} = \frac{t_{VZ\min} \times \dot{V}_{FR}}{A} - \Delta H$$

- $T_{VZ\min}$  - Mindestverweilzeit = 2 s
- $\Delta H_{NBZ}$  - Abstand zwischen Ebene Ende Nachbrennzone und Messebene 1
- $\Delta T_{1,2}$  - mittlere Temperaturdifferenz zwischen Messebene 1 und 2
- $\Delta T_{1,2} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 (T_{2i} - T_{1i})$
- $T_{2i}$  - Mittelwert der Temperatur-Netzmessung in Messebene 2
- $T_{1i}$  - Mittelwert der Temperatur-Netzmessung in Messebene 1
- $\Delta H_{1,2}$  - Abstand zwischen Messebene 1 und 2

Der mittlere Temperaturgradient errechnet sich aus  $\Delta T_{1,2} / \Delta H_{1,2}$

#### 3.2.2 Verfahrensweise zur Kalibrierung

Mit Hilfe der Betriebsmesswerte für die Temperatur wird die mittlere Temperaturdifferenz und deren untere Vertrauengrenze zu den umgerechneten Temperaturmesswerten der Netzmessungen in Messebene 1 berechnet:

$$T_{NBZi} = T_{Bi} - \frac{\Delta T_{1,2}}{\Delta H_{1,2}} \Delta H_{NBZ}$$

$$\text{Ermittlung der Vertrauengrenze: } V_B = \frac{t_{n-2} \times S}{\sqrt{n}}$$

Der Zusammenhang  $T_{NBZi} = f(T_{Bi})$  ist durch lineare Regression zu ermitteln.

- $t_{n-2}$  - Schwellenwert der t-Verteilung (für  $N=n$ )
- $S$  - Streuung um die Regressionsgerade
- $n$  = 6 (Gesamtzahl der Messungen)

$$\bar{T}_{NBZ} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_{NBZi}$$

$$\begin{aligned}
 \bar{T}_B &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_{Bi} \\
 S_{T_B T_{NBZ}} &= \sum_{i=1}^n (T_{Bi} - \bar{T}_B) \times (T_{NBZi} - \bar{T}_{NBZ}) \\
 S_{T_B T_B} &= \sum_{i=1}^n (T_{Bi} - \bar{T}_B)^2 \\
 S_{T_{NBZ} T_{NBZ}} &= \sum_{i=1}^n (T_{NBZi} - \bar{T}_{NBZ})^2 \\
 S^2 &= \frac{S_{T_{NBZ} T_{NBZ}}}{n-2} \times \left( 1 - \frac{S_{T_B T_{NBZ}}^2}{S_{T_B T_B} \times S_{T_{NBZ} T_{NBZ}}} \right)
 \end{aligned}$$

Rechengrößen nach VDI 3950 Bl. 1

Zur Kalibrierung der Betriebsmesswerte wird wie folgt verfahren:

$$T_{KalB} = T_{B10} + \bar{\Delta T}_{NBZ} - V_B$$

$$\bar{\Delta T}_{NBZ} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 (T_{NBZi} - T_{Bi})$$

$\bar{\Delta T}_{NBZ}$  - mittlere Temperaturdifferenz zwischen Ende der Nachbrennzone (Verweilzeit 2 s) und Betriebsmesswert

$T_{KalB}$  - kalibrierter Betriebsmesswert (Eingang Emissionswertrechner)

$T_{B10}$  - 10-Minuten-Mittelwert der Temperatur-Betriebsmessung

Der Kalibriervorgang ist für jeden genehmigten Betriebszustand vollständig durchzuführen.

### 3.2.3 Kalibrierung der Sauerstoff-Messeinrichtung zur kontinuierlichen Überwachung des Mindestvolumengehaltes an Sauerstoff

Die Kalibrierung sollte nach VDI 3950 durchgeführt werden.

Da es sich um eine Überwachung des Mindestsauerstoffgehaltes handelt, wird der errechnete Vertrauensbereich bei 6 % bzw. 3 % Sauerstoffgehalt vom Messwert (10-Minuten-Mittelwert) subtrahiert.

### 3.2.4 Parametrierung des elektronischen Auswertesystems

$$\Delta T_{NBZ}^* = \bar{\Delta T}_{NBZ} - V_B$$

$\Delta T_{NBZ}^*$  wird für jeden genehmigten Betriebszustand festgestellt und im Auswerterechner gleitend in Abhängigkeit von der Leistung (z.B. Dampfleistung  $P_D$ ) ermittelt; dies gilt auch für den Betriebszustand „Abfahren“.

Parametriert wird die Funktion  $\Delta T_{NBZ}^* = f(P_D)$

Bezüglich Betriebszustand „Anfahren“ vergleiche Punkt 4.

### 3.2.5 Kriterien für das elektronische Auswertesystem

Definition: Mindesttemperatur als Grenzwert in Klasse 10.

$$\begin{aligned}
 \text{Kl. 10} &= 870 \dots 850 \text{ °C} \\
 &\quad (\text{bzw.: } 1220 \dots 1200 \text{ °C})
 \end{aligned}$$

$$T_{Kal\ B} < 850\text{ }^{\circ}\text{C} = T_{Kl\ 1} \dots T_{Kl\ 20}$$

(bzw.:  $T_{Kal\ B} < 1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

bedeutet eine Verletzung der Verbrennungsbedingung Mindesttemperatur (850 bzw. 1200 °C).

$$T_{Kal\ B} \geq 850\text{ }^{\circ}\text{C} = T_{Kl\ 1} \dots T_{Kl\ 10}$$

bzw.:  $T_{Kal\ B} \geq 1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

bedeutet Einhaltung der Verbrennungsbedingung Mindesttemperatur.

#### **4. Einhaltung der Verbrennungsbedingungen im Betriebszustand „Anfahren“**

Der Betriebszustand Anfahren ist nur durch Zusatzbrennerbetrieb ohne Beschickung mit Einsatzstoffen gekennzeichnet.

Der Beginn der Nachbrennzone im Betriebszustand "Anfahren" ist per Konvention

- die Zusatzbrennerebene, falls die Sekundärluftzuführung stromaufwärts erfolgt,
- die Ebene der letzten Luftzufuhr bei Sekundärluftzuführung stromabwärts.

Die Verbrennungsbedingungen (Mindesttemperatur, Mindestverweilzeit) sind Grundlage zur Bestimmung des Endes der Nachbrennzone beim „Anfahren“.

Beim Betriebszustand „Anfahren“ ist der Volumenstrom zur Ermittlung der Verweilzeit über den Brennstoffverbrauch und den Sauerstoff-Volumengehalt der Abgase zur berechnen bzw. zu messen.

Durch Temperatur-Messungen in einer Messebene, die mindestens 2 m stromabwärts (über der Brenner-ebene) liegt, ist der Gradient zur Betriebs-Temperaturmessung analog zu 3.2.2 zu ermitteln und als Kriterium für die Freigabe (Entriegelung) der Abfallzufuhr zu verwenden.

Der Zeitraum nach Entriegelung der Abfallzufuhr bis zum Erreichen stationärer Betriebszustände ist mit der zuständigen Behörde abzustimmen; er soll 2 Stunden nicht überschreiten.

#### **5. Schaltkriterien der Zusatzbrenner**

Für die Zusatzbrenner werden folgende Schaltkriterien vorgeschlagen:

- Einschalten: Bei Erreichen der Solltemperatur Klasse 10 (10-Minutenwert zwischen 850 und 870 °C bzw. zwischen 1200 und 1220 °C)
- Ausschalten: Kann bei Erreichen der Klasse 9 und niedrigeren Klassen erfolgen ( $> 870\text{ }^{\circ}\text{C}$  bzw.  $> 1220\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

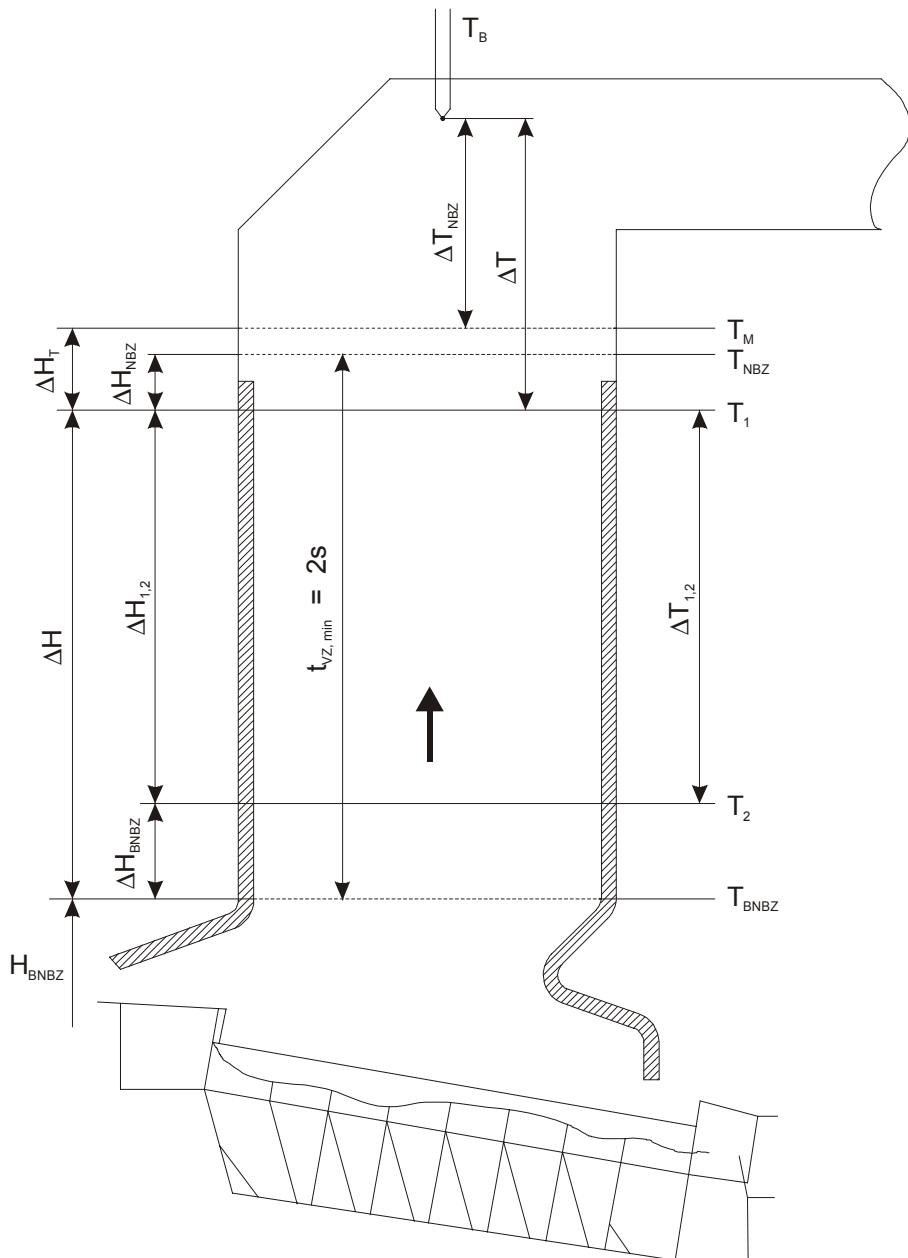
#### **6. Kriterien der Abfallbeschickung**

Für die Ver- bzw. Entriegelung der Abfallzufuhr gelten folgende Kriterien:

- Verriegelung: Bei Erreichen einer Temperatur in Klasse 11 oder höhere Klasse ( $< 850\text{ }^{\circ}\text{C}$  bzw.  $< 1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ )
- Entriegelung: Bei Erreichen einer Temperatur in Klasse 10 oder kleiner ( $\geq 850\text{ }^{\circ}\text{C}$  bzw.  $\geq 1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Die Zeiten, in denen die Beschickung der Anlage verriegelt oder unterbrochen war, sind entsprechend der Richtlinie über die Auswertung kontinuierlicher Emissionsmessungen nach der Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe (RdSchr.d.BMU vom 26.10.1992, Nr. 2.3.3) zu registrieren.

**Bild 1** Darstellung der Kenngrößen am Beispiel einer Verbrennungsanlage für Siedlungsabfälle



**Legende:**

- |                    |   |                     |  |
|--------------------|---|---------------------|--|
| $T_1$ :            | Mittelwert der Temperatur-Netzmessungen<br>Messebene 1                      | $\Delta T_{1,2}$ :  | mittlere Temperaturdifferenz zwischen<br>Messebene 1 und 2           |
| $T_1$ :            | Mittelwert der Temperatur-Netzmessungen<br>Messebene 2                      | $H_{BNBZ}$ :        | Höhe bis zum Beginn der Nachbrennzone                                |
| $T_M$ :            | Mindesttemperatur der Abgase  | $\Delta H_T$ :      | Abstand zwischen der Ebene im Feuerraum<br>und der Messebene 1       |
| $T_B$ :            | Temperatur-Betriebsmesswert   | $\Delta H_{NBZ}$ :  | Abstand zwischen Ebene Ende Nachbrenn-<br>zone und der Messebene 1   |
| $T_{NBZ}$ :        | Temperatur am Ende der Nachbrennzone  | $\Delta H$ :        | Abstand zwischen Beginn der Nachbrenn-<br>zone und der Messebene 1   |
| $T_{BNBZ}$ :       | Temperatur am Beginn der Nachbrennzone                                      | $\Delta H_{1,2}$ :  | Abstand zwischen Messebene 1 und 2                                   |
| $\Delta T$ :       | Temperaturdifferenz zwischen Messebene 1<br>und Betriebsmesswert            | $\Delta H_{BNBZ}$ : | Abstand zwischen Ebene Beginn Nach-<br>brennzone und der Messebene 2 |
| $\Delta T_{NBZ}$ : | Temperaturdifferenz zwischen Ende der<br>Nachbrennzone und Betriebsmesswert | $t_{VZ, \min}$ :    | Mindestverweilzeit = 2 s   |



## 7.9 Muster eines bundeseinheitlichen Messberichtes für die Ermittlung von Emissionen nach §§ 26, 28 Bundes-Immissionsschutzgesetz

Quelle: GABl. vom 28.Juni 1993 [20] bzw. VDI 4220 [September 1999] „Qualitätssicherung – Anforderungen an Emissions- und Immissionsprüfstellen für die Ermittlung luftverunreinigender Stoffe“, Anhang B [29]

### Deckblatt:

Name der Messstelle  
(bekanntgegebene Stelle nach §§ 26, 28 BImSchG)

Aktenzeichen bzw. Berichts-Nr. der Messstelle:

Datum:

Titel:

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen...

Betreiber:

Standort:

Art der Messung:

Auftragsnummer:

Auftragsdatum:

Tag der Messung:

Berichtsumfang: ..... Seiten

..... Anlagen

---

Aufgabenstellung:

*Inhaltsverzeichnis mit Seitenangabe*

<b>1</b>	<b>Formulierung der Messaufgabe</b>	<b>2</b>	<b>Beschreibung der Anlage, gehandhabte Stoffe</b>
1.1	Auftraggeber	2.1	Art der Anlage (ggf. von der 4. BImSchV abweichende Bezeichnung zur genauerer Kennzeichnung)
1.2	Betreiber	2.2	Beschreibung der Anlage (Kurzbeschreibung der Anlage und des Verfahrensprozesses unter Hervorhebung insbesondere der Anlagenteile, die im Zusammenhang mit der Entstehung von Emissionen luftfremder Stoffe von besonderer Bedeutung sind. In komplex gelagerten Fällen ist ein vereinfachtes Anlagenfließbild beizufügen. Die Forderung einer Anlagenbeschreibung ist in Abschnitt 7 der Richtlinie VDI 2066 Blatt 1, formuliert.)
1.3	Standort  (Aus der Standortangabe muss die Lage des Emittenten auch innerhalb eines größeren Werkes klar zu erkennen sein (z.B. Werk C ..., Halle 5))		Baujahr, Kessel-Nr. etc. sind anzugeben.
1.4	Anlage  (Angaben mit Bezug zur 4. BImSchV)		Zur Anlagenbeschreibung gehört neben der absoluten auch eine spezifische Leistungsangabe. Bezugssgrößen können z.B. die Einsatzstoffe und/oder die Produkte sein. Es sind branchenübliche Größen zu verwenden. Die Angaben müssen ggf. der Betriebseinheit oder der jeweiligen Emissionsquelle zugeordnet werden können. So sind eingesetzte Brennstoffe oder Heizmedien für bestimmte Anlagenteile oder Betriebseinheiten anzugeben, denn im Zusammenhang mit der Nr. 2.4 können hier möglicherweise Rückschlüsse auf das Emissionsverhalten gezogen werden, z.B. Brennstoffmengenverhältnisse bei Mischfeuerungen.)
1.5	Messzeit (Datum)	2.3	Standort der Anlage und Beschreibung der Emissionsquelle
1.5.1	Datum der letzten Messung	2.3.1	Standort (Ortslage)
1.5.2	Datum der nächsten Messung	2.3.2	Emissionsquelle
1.6	Anlass der Messung  (z.B. Abnahmemessung, eine Zusammenstellung der Messaufgaben ist Ziff. 2.1 der Richtlinie VDI 2448 Blatt 1 zu entnehmen).	2.3.2.1	Höhe über Grund
1.7	Aufgabenstellung  (In diesem Absatz ist die Messaufgabe detailliert zu beschreiben. Bei Messungen nach Genehmigungsbescheid bzw. Anordnungen sind die betreffenden Ziffern des Bescheides/der Anordnung und die genannten Grenzwerte anzugeben.  Bei Messungen nach TA Luft bzw. Verordnungen nach BImSchG sind die dort angegebenen Ziffern bzw. Grenzwerte anzugeben.  Hinweise auf Besonderheiten bezüglich Messplanung sind zu nennen, siehe z.B. 3.2.2.2 TA Luft: z.B. Chargenbetrieb, Umfüllvorgänge usw.  Hinweise auf das von der Anlage vorhandene Vorwissen (z.B. Vorversuche, Einstellarbeiten an der Anlage ggf. auch nach Angaben des Betreibers sind zu geben.)	2.3.2.2	Austrittsfläche
1.8	Messkomponenten	2.3.2.3	Rechtswert/Hochwert
1.9	Angabe, ob und mit wem der Messplan abgestimmt wurde	2.3.2.4	Bauausführung
1.10	Namensangabe aller an der Probenahme vor Ort beteiligten Personen und Anzahl der Hilfskräfte	2.3.2.5	Landesspezifische Zuordnung  (für Bundesland:  Betreiber-Nr.: Anlagen-Nr.:
1.11	Beteiligung weiterer Institute		
1.12	Fachlich Verantwortlicher		
1.12.1	Tel.-Nr.		

Für evtl. weitergehende Bearbeitungen ist eine möglichst genaue Standortbeschreibung notwendig. In diesem Zusammenhang ist ebenfalls eine Angabe über die Ableitung und die Angabe des Rechts- und Hochwertes für jede Quelle erforderlich.)

2.4	Angabe der lt. Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe (Um sicherzustellen, dass während der Messung hinsichtlich emissionsrelevanter Einsatzstoffe die Forderung nach einem zu erfassenden Betriebszustand mit höchsten Emissionen, siehe Nr. 3.2.2.2 TA Luft, erfüllt ist, sind unter 2.4 entsprechende Angaben zu machen.)	3.3	Anzahl der Messachsen und Lage der Messpunkte im Messquerschnitt (Zur Emissionsprobenahme kann u.U. eine Netzmessung erforderlich sein, wenn ein für den Messquerschnitt repräsentativer Messpunkt nicht existiert oder nicht ermittelt und begründet werden kann. Bei der Angabe von nur einem Messpunkt im fraglichen Messquerschnitt ist dessen Repräsentativität <i>nachvollziehbar</i> zu belegen.)
2.5	Betriebszeiten (Angabe der täglichen und wöchentlichen Gesamtbetriebszeiten sowie Zeiten möglicher Schadstoffemissionen sind für die Bestimmung der Gesamtemission von größeren Zeiträumen erforderlich.)	4	<b>Mess- und Analysenverfahren, Geräte</b> (Es sind die verwendeten Messgeräte und -verfahren anzugeben und zu beschreiben. Sollten andere als hier beispielsweise aufgeführte Geräte und Verfahren benutzt werden, ist analog der vorgegebenen Darstellung zu verfahren.)
2.5.1	Gesamtbetriebszeit	4.1	Ermittlung der Abgasrandbedingungen
2.5.2	Emissionszeit nach Betreiberangaben	4.1.1	Strömungsgeschwindigkeit Prandtl'sches Staurohr in Verbindung mit Mikromanometer, Fabrikat/Typ: Elektronisches Mikromanometer, Fabrikat/Typ: sonst. Feinstdifferenzdruckmesser, Fabrikat/Typ: Flügelradanemometer, Fabrikat/Typ: rechnerische Ermittlung (z.B. aus Brennstoffmenge, Luftverhältnis, Verdrängungsvolumina)
2.6	Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen (Eine Beschreibung dieser Einrichtungen soll eine Beurteilung der Abgasreinigungsaggregate ermöglichen und einen Hinweis geben, ob von der betrachteten Anlage erhebliche diffuse Emissionen von luftverunreinigenden Stoffen ausgehen können.)	2.6.1	Einrichtung zur Erfassung der Emissionen
2.6.1.1	Anlage zur Emissionserfassung	2.6.1.1	Einrichtung zur Emissionserfassung
2.6.1.2	Erfassungselement	2.6.1.2	Einrichtung zur Erfassung der Emissionen
2.6.1.3	Ventilatorkenndaten	2.6.1.3	Einrichtung zur Erfassung der Emissionen
2.6.1.4	Ansaugfläche	2.6.1.4	Einrichtung zur Erfassung der Emissionen
2.6.2	Einrichtung zur Verminderung der Emissionen (Beschreibung entsprechend Anlage 1)	3	<b>Beschreibung der Probenahmestelle</b>
3.1	Lage des Messquerschnittes (In 3.1 ist die genaue Lage des Messquerschnittes im Abgasrohrleitungssystem anzugeben. Die Angabe der Lage des Messquerschnittes ist so auszuführen, dass der Beschreibung zweifelsfrei zu entnehmen ist, ob die Einrichtung der Probenahmestelle entsprechend der Richtlinie VDI 2066 Blatt 1, erfolgte. Entspricht die Probenahmestelle nicht den Anforderungen dieser Richtlinie, so ist dieses entsprechend zu begründen sowie die Maßnahmen zu beschreiben, die ergriffen wurden, um vertretbare Messergebnisse zu erhalten.)	4.1.2	Beschreibung der Probenahmestelle Lage des Messquerschnittes (In 3.1 ist die genaue Lage des Messquerschnittes im Abgasrohrleitungssystem anzugeben. Die Angabe der Lage des Messquerschnittes ist so auszuführen, dass der Beschreibung zweifelsfrei zu entnehmen ist, ob die Einrichtung der Probenahmestelle entsprechend der Richtlinie VDI 2066 Blatt 1, erfolgte. Entspricht die Probenahmestelle nicht den Anforderungen dieser Richtlinie, so ist dieses entsprechend zu begründen sowie die Maßnahmen zu beschreiben, die ergriffen wurden, um vertretbare Messergebnisse zu erhalten.)
3.2	Durchmesser des Abgasrohres in Höhe des Messquerschnittes oder Angabe der Abmessungen des Messquerschnittes	4.1.3	Abmessungen des Messquerschnittes
		4.1.4	Abmessungen des Messquerschnittes
			Abmessungen des Messquerschnittes

Hg-Thermometer:	4.2.1.4	Eingestellter Messbereich
sonst. Temperaturmessgeräte	4.2.1.5	Gerätetyp eignungsgeprüft Sofern für die Messaufgabe eignungsgeprüfte Geräte verfügbar sind, müssen diese auch eingesetzt werden.
Fabrikat/Typ:  (Es ist anzugeben, ob die Temperaturmessung während der gesamten Beprobung der Anlage in einem als repräsentativ erkannten Messpunkt im Messquerschnitt kontinuierlich ermittelt und...  ... von einer Registriereinrichtung aufgezeichnet ... mit Hilfe einer Messdatenerfassungsanlage erfasst ... zu Halbstundenmittelwerten verarbeitet wurde.)		Bei nicht eignungsgeprüften Messeinrichtungen sind folgende Verfahrenskenngrößen anzugeben: <ul style="list-style-type: none"><li>- Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeit)</li><li>- Einstellzeit (90 %-Zeit)</li><li>- Nachweisgrenze</li><li>- die zeitliche Veränderung der Nullpunktanzeige</li><li>- ggf. Standardabweichung</li><li>- Linearität</li></ul>
4.1.5 Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte)		(Es ist auch anzugeben, wie diese Daten ermittelt werden.)
Adsorption an Silikagel	4.2.1.6	Messplatzaufbau
Calciumchlorid		Entnahmesonde: beheizt: °C unbeheizt
sonst...		Staubfilter: beheizt: °C unbeheizt:
und nachfolgende gravimetrische Bestimmung:		Probegasleitung vor Gasaufbereitung: beheizt: °C unbeheizt: Länge: m
Feuchtigkeitsmesser für Gase		Probegasleitung nach Gasaufbereitung: Länge: m
Fabrikat/Typ: Psychrometer		Werkstoffe der gasführenden Teile:
Fabrikat/Typ: Prüfröhrchen		Messgasaufbereitung
4.1.6 Abgasdichte		Messgaskühler
Berechnet unter Berücksichtigung der Abgasanteile an		Fabrikat/Typ: Temperatur, geregelt auf: °C
Sauerstoff (O <sub>2</sub> )		Trockenmittel (z.B. Silikagel):
Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> )		Überprüfen der Gerätekennlinie mit folgenden Prüfgasen
Luftstickstoff (mit 0,933 % Ar)	4.2.1.7	Nullgas: Prüfgas: ..... ppm oder ..... mg/m <sup>3</sup>
Kohlenmonoxid (CO)		Hersteller:
sonst. Abgaskomponente wie ....		Herstelldatum:
Abgasfeuchte (Wasserdampfanteil im Abgas)		Stabilitätsgarantie: ..... Monate
sowie der Abgastemperatur und Druckverhältnisse im Kanal		Zertifiziert: ja () / nein ()
4.2 Gas- und dampfförmige Emissionen		Überprüfung des Zertifikates durch .... am
4.2.1 Kontinuierliche Messverfahren		
4.2.1.1 Messobjekt		
4.2.1.2 Messverfahren/VDI-Richtlinie		
4.2.1.3 Analysator, Hersteller: Typ:		

4.2.1.8	90 %-Einstellzeit des gesamten Messaufbaus (Es ist auch zu beschreiben, wie dieser Wert ermittelt wurde.)	4.2.2.4	Analytische Bestimmung
4.2.1.9	Registrierung der Messwerte		<ul style="list-style-type: none"> <li>- nachvollziehbare Beschreibung der Analyseverfahren</li> <li>- Aufarbeitung des Probenmaterials</li> <li>- Analysengeräte (Hersteller/Typ):</li> <li>- spez. Kenndaten (GC-Säulen, Temperatur-Aufheiz-Zeitprogramme)</li> <li>- Standards (Wiederfindungsraten) (z.B. bei Verbrennungsapparatur gemäß VDI 3481 Blatt 2 zur Bestimmung organisch gebundenen Kohlenstoffs)</li> <li>- Verbrennungstemperatur</li> <li>- Verbrennungsdauer/Temperatur-Zeit-Programm</li> <li>- prozentuale Verteilung der Beladung: im Rohr 1: im Rohr 2:</li> </ul>
4.2.2	Diskontinuierliche Messverfahren		
4.2.2.1	Messobjekt		
4.2.2.2	Messverfahren/VDI-Richtlinien, Grundlage des Verfahrens und Durchführung der Probenahme		
4.2.2.3	Geräte für die Probenahme	4.2.2.5	Verfahrenskenngrößen und Art der Ermittlung; Maßnahmen zur Qualitätssicherung
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entnahmesonde: Material beheizt unbeheizt gekühlt</li> <li>- Partikelfilter: Typ Material beheizt unbeheizt</li> <li>- Ab-/Adsorptionseinrichtungen (z.B. Standard-Impinger, Fritten-Waschflaschen, Kieselgelrohre, Aktivkohlerörchen etc.)</li> <li>- Sorptionsmittel</li> <li>- Sorptionsmittelmenge</li> <li>- ggf. Skizze über den Aufbau der Probenahmeeinrichtung</li> <li>- Angabe des Abstandes zwischen Ansaugöffnung der Entnahmesonde und dem Sorptionsmittel bzw. Abscheidelement</li> <li>- Probentransfer</li> <li>- Zeitraum zwischen Probenahme und Analyse</li> <li>- Beteiligung eines Fremdlabors (Name, Begründung, nähere Angaben)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeit)</li> <li>- Nachweisgrenzen</li> <li>- Unsicherheitsbereich</li> </ul>
		4.3	Partikelförmige Emissionen
		4.3.1	Messverfahren
			VDI-Richtlinie 2066 Blatt__, Datum
			Grundlage des Verfahrens:
		4.3.2	Probenahmegeräte
			Planfilter
			Filterkopfgerät mit Quarzwollehülse
			Kombination Planfilter/Filterkopfgerät
			Kaskadenimpaktor
			sonst. Abscheideeinrichtung
			beheizt/unbeheizt
			innenliegend Kanal/außenliegend Kanal
			Ausführung/Material
			Entnahmesonde:
			Material
			beheizt/unbeheizt
			ggf. Skizze über den Aufbau der Probenahmeeinrichtung
			Angaben über Abscheidemedium:
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Material</li> <li>- Blatt- bzw. Porendurchmesser</li> <li>- Hersteller/Typ</li> </ul>

4.3.3	Aufarbeitung und Auswertung des Abscheidemediums	4.5.3.2	Absorptionssystem für filtergängige Stoffe Angaben gemäß 4.2.2.3
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trocknungstemperatur des Abscheidemediums vor und nach der Beaufschlagung: .... °C</li> <li>- Trocknungszeit des Abscheidemediums vor und nach der Beaufschlagung: .... h</li> <li>- klimatisierter Wägeraum: ja / nein</li> </ul> <p>Waage: Hersteller/Typ</p>	4.5.4	Skizze über den Gesamtaufbau der Probenahmeeinrichtung
4.3.4	Verfahrenskenngrößen bei Abweichung von VDI 2066	4.5.4.1	Aufbereitung und Auswertung der Messfilter und des Absorptionsmaterials
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nachweisgrenze:</li> <li>- Messunsicherheit:</li> <li>- Fehlerbetrachtung:</li> </ul>	4.5.4.2	Messfilter <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmung der Staubmasse siehe unter 4.3.3</li> <li>- Beschreibung der Aufschlussverfahren und Analysenmethoden/VDI-Richtlinien</li> <li>- Analysengeräte Hersteller/Typ</li> </ul>
4.4	Geruchsemissionen	4.5.4.3	Absorptionslösungen <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufschlussverfahren und Analysenmethode, VDI-Richtlinien</li> <li>- Analysengeräte: Hersteller/Typ</li> </ul>
4.4.1	Messverfahren, Grundlagen des Verfahrens VDI-Richtlinien:	4.5.4.3	Kalibrierverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>- Additionsverfahren</li> <li>- Standardkalibrierverfahren</li> <li>- Angaben der verwendeten Standardlösungen</li> </ul>
4.4.2	Probenahmeeinrichtung (Aufbau, Materialien, Randbedingungen der Probenahme nach VDI 3881 Bl. 4, Tabelle 4.2 im Anhang)	4.5.5	Verfahrenskenngrößen bei Abweichungen von VDI-Richtlinien <ul style="list-style-type: none"> <li>- Querempfindlichkeiten</li> <li>- Standardabweichungen</li> <li>- Nachweisgrenzen</li> <li>- Reproduzierbarkeit</li> <li>- Verfahrenskenngrößen für die Staubgehaltsbestimmung</li> <li>- Verfahrenskenngrößen für die summarische Bestimmung der partikelförmigen und filtergängigen Stoffe</li> </ul>
4.4.3	Olfaktometer (Beschreibung nach VDI 3881 Bl. 4, Tabelle 7.3 im Anhang)	5	(Es ist auch darzustellen, wie diese Angaben ermittelt wurden.)
4.4.4	Beschreibung des Probandenkollektivs nach VDI 3881 Bl. 4, Tabelle 7.2 im Anhang		<b>Betriebszustand der Anlage während der Messungen</b>
4.4.5	Auswertung der Proben vor Ort nach ..... Stunden im Labor		(Zu den einzelnen Daten muss angegeben werden, auf welche Weise die Informationen gewonnen wurden; z.B. Betreiberangaben oder eigene Erhebungen.)
4.4.6	Anzahl der Messreihen		
4.4.7	Darbietungszeiten		
4.4.8	Pausenzeiten des Probandenkollektivs		
4.5	Toxische Staubinhaltstoffe (partikelförmige und filtergängige Stoffe)		
4.5.1	Messobjekt <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metalle, Halbmetalle und ihre Verbindungen</li> </ul>		
4.5.2	Grundlagen des Messverfahrens / VDI-Richtlinie		
4.5.3	Geräte für die Probenahme		
4.5.3.1	Rückhaltesystem für partikelförmige Stoffe Angaben gemäß 4.3.2		

5.1	Produktionsanlage	6.2	Messergebnisse
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Betriebsweise (z.B. Normalbetrieb, Chargieren, Anfahren, repräsentativer Betriebszustand, emissionsrelevanter Sonderbetriebszustand u.a.)</li> <li>- Durchsatz/Leistung (Prozessdaten, Dampf usw.)</li> <li>- Einsatzstoffe/Brennstoffe</li> <li>- Produkte</li> <li>- charakteristische Betriebsgrößen (z.B. Drücke, Temperaturen)</li> <li>- Abweichung von genehmigter Betriebsweise (z.B. Leistung, andere Einsatzstoffe, Bewertung)</li> </ul>		<p>Alle Einzelergebnisse (z.B. Halbstundenmittelwerte) der gemessenen Stoffkomponenten sowie die für die Ermittlung erforderlichen Hilfsgrößen sind in Tabellenform anzugeben.</p> <p>Die Schadstoffe sind als Konzentrationen und als Massenströme darzustellen. Ferner sind der Maximalwert und der Mittelwert der Messungen zu dokumentieren. Wenn registrierende Messgeräte verwendet werden, kann die Beigabe der Schreiberaufzeichnung in der Anlage zweckmäßig sein. Vorgaben der der Messung zugrunde liegenden VDI-Richtlinie zur vollständigen Darstellung der Messergebnisse sind zu berücksichtigen.</p>
5.2	Abgasreinigungsanlagen (siehe Anlage 2)	6.3	<p>Alle Messprotokolle sind von der messenden Stelle mindestens fünf Jahre aufzubewahren.</p> <p>Für alle Messwerte sind die Messunsicherheiten anzugeben. Auf den Einfluss der Einlaufstrecke (VDI 2066) auf die Messgenauigkeit ist hinzuweisen.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Betriebsdaten (z.B. Stromaufnahme, p, pH, Abreinigung)</li> <li>- Betriebstemperaturen (TNV, Wäscher, Kat.)</li> <li>- emissionsbeeinflussende Parameter (z.B. Abreinigungszyklen, pH, Temperatur TNV, Betriebszeit des Katalysators)</li> <li>- Besonderheiten der Abgasreinigung (z.B. Eigenbau, Zusatz-Wassereindüsing)</li> <li>- Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb (vgl. mit Pkt. 2.7, z.B. geringerer Volumenstrom, Temperatur)</li> </ul>	7	<p>Plausibilitätsprüfung</p> <p>Eine Plausibilitätsprüfung der Messergebnisse im Hinblick auf die Anlagenauslastung während des Messzeitraumes ist durchzuführen.</p>
6	<b>Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion</b>		<p><b>Anhang</b></p> <p>Messplan</p> <p>Mess- und Rechenwerte</p>
6.1	Bewertung der Betriebsbedingungen während der Messungen (Angabe besonderer Vorkommnisse)		<p>Diese Angaben dienen dazu, Abweichungen zum Regelbetrieb festzustellen und ggf. dadurch bedingte Auswirkungen auf das Emissionsverhalten der Anlage zu dokumentieren. Der Sachverständige sollte an dieser Stelle eine Aussage treffen, ob zum Zeitpunkt der Messdurchführung der Anlagenzustand vermessen wurde, der erfahrungsgemäß zu den höchsten Emissionen führt.</p>

## Anlage 1

### **Einrichtungen zur Verminderung der Emission**

Mindestanforderung, erweiternde Angaben nach VDI 2448, Bl. 1, sind zu empfehlen. (Andere Reinigungsanlagen sind in einem entsprechenden Umfang zu beschreiben. In aller Regel ist für die jeweils zu betrachtende Anlage nur eine der unter Nr. 1 bis 10 beschriebenen Abgasreinigungsanlagen alternativ anzugeben. Es ist jedoch durchaus möglich, Kombinationen zu beschreiben. Die Angabe in Nr. 2.6 ist u.a. in TA Luft Nr. 3.2.2.4 gefordert.)

#### **1. Elektrofilter**

Hersteller des E-Filters  
Baujahr  
Anzahl der Filterzonen  
Wirksame Niederschlagsfläche  
Verweilzeit im elektrischen Feld  
Abreinigung:  
nass/mechanisch  
Vorgeschaltete Kühlung ja/nein  
Wassereindüsung vor Filter: ja/nein  
Filterstrom  
Nennleistung des Saugzugventilators  
Wartungsintervalle  
letzte Wartung

#### **2. Thermische Verbrennungsanlagen mit/ohne Wärmetauscher**

Hersteller der TNV-Anlage  
Baujahr  
Art des Brenners  
Art des Zusatzbrennstoffes  
Brennstoffdurchsatz  
Temperatur der Reaktionskammer  
Verweilzeit in der Reaktionskammer  
Nennleistung des Saugzugventilators  
Wartungsintervalle  
Letzte Wartung

#### **3. Katalytische Verbrennungsanlage**

Hersteller der KV-Anlage  
Baujahr  
Brennerart  
Brennstoffart  
Brennstoffdurchsatz  
Katalysatorart  
Standzeit des Katalysators  
Reaktionskammertemperatur  
mittlere Verweilzeit

Nennleistung des Saugzugventilators

Wartungsintervalle

letzte Wartung

#### **4. Aktivkohlefilter mit/ohne Rückgewinnung**

Hersteller des A-Kohlefilters  
Baujahr  
Aktivkohleinhalt  
Lieferant/Körnung/Typ der A-Kohle  
Höhe der A-Kohleschicht im Adsorber  
Querschnitt der A-Kohleschicht im Adsorber  
Häufigkeit der Desorption  
Desorptionsart  
Nennleistung des Saugzugventilators  
Druckdifferenz Rohgas/Reingas  
Wartungsintervalle  
letzte Wartung

#### **5. Zyklonanlage**

Hersteller der Zyklonanlage  
Typ  
Baujahr  
Anzahl der Einzelzyklone  
Schaltung parallel/in Reihe  
Zylkondurchmesser  
Nennleistung des Saugzugventilators  
Druckdifferenz Rohgas/Reingas  
Gasvolumenstrom  
Wartungsintervalle  
letzte Wartung

#### **6. Nassabscheider**

Hersteller des Nassabscheiders  
Typ  
Baujahr  
Arbeitsprinzip des Nassabscheiders, z.B.  
Waschturm,  
Venturiwäscher,  
Wirbelwäscher,  
Rotationswäscher,  
Drucksprungabscheider

#### - bei Waschturm -

Waschflüssigkeitsführung: Gleich-, Gegen-,  
Kreuzstrom

Aufbau: Einbaulos, Böden,  
Füllkörper

Anzahl der Böden: Sieb-, Glockenböden  
usw.



Anlage 2

**Katalog der anzugebenden Betriebsdaten von  
Abgasreinigungsanlagen**

- filternde Abscheider
  - Abreinigungszyklus
  - Druckverlust
  - letzter Filterwechsel
- elektrische Abscheider
  - Stromaufnahme der Felder/Aggregate
  - Klopfzyklus
  - letzte Wartung
- mechanische Abscheider
  - letzte Reinigung
  - letzte Wartung
- thermische Nachverbrennung
  - Brennstoffeinsatz
  - Nachverbrennungstemperatur
  - letzte Wartung
- katalytische Nachverbrennung
  - Energieeinsatz
  - Betriebstemperatur
  - Katalysatorbetriebszeit
  - letzte Wartung
- Adsorber
  - Adsorbens
  - Betriebszeit
  - Betriebstemperatur
  - letzte Wartung
- Absorber (Chemiesorption)
  - Sorbens
  - Art/Typ
  - Umlaufmenge
  - frisch zugesetzte Menge
  - Druckverlust
  - letzte Wartung
  - letzter Sorbenswechsel
- Nassabscheider
  - Absorbens
  - Zusätze
  - pH-Wert
  - Druckverlust
  - Betriebstemperatur
  - Waschflüssigkeitsumlauf/Zulauf
  - letzte Erneuerung des Absorbats (je nach Anzahl der Waschstufen mehrere Angaben möglich)
- Biofilter
  - letzter Wechsel des Filterbettes
  - Schichtdicke
  - Druckverlust
  - Rohgasfeuchte
  - Rohgastemperatur

**7.10 Musterbericht über die Durchführung von Funktionsprüfungen/Kalibrierungen  
kontinuierlich arbeitender Emissionsmesseinrichtungen nach  
§§ 26, 28 der 13. BImSchV, Nr. 3.2 TA Luft sowie § 10 der 17. BImSchV**

Quelle: VDI 3950, Blatt 2 (Entwurf) [September 2000] „Kalibrierung automatischer Emissionsmesseinrichtungen - Berichterstattung“, Anhang A [33]

**Deckblatt:**

Name der bekanntgegebenen Stelle

Aktenzeichen bzw. Berichts-Nr. des Messinstitutes:

Datum:

Titel:

Bericht über die Durchführung von Funktionsprüfungen/Kalibrierungen

Betreiber:

Standort:

Auftragsnummer:

Auftragsdatum:

Zeitraum:

Berichtsumfang:    Seiten

   Anlagen

---

Aufgabenstellung:

## Inhaltsverzeichnis

- 1 Formulierung der Messaufgabe
- 2 Beschreibung der Anlage, gehandhabte Stoffe

### Modul [Messobjekt 1]

- 3 [Messobjekt 1] Beschreibung der Einrichtung zur kontinuierlichen Emissionsüberwachung
- 4 [Messobjekt 1] Funktionsprüfungen
- 5 [Messobjekt 1] Probenahmestelle für die Vergleichsmessungen
- 6 [Messobjekt 1] Messverfahren für die Vergleichsmessungen
- 7 [Messobjekt 1] Ermittlung der Analysenfunktion
- :
- :

### Modul [Messobjekt n]

- 3 [Messobjekt n] Beschreibung der Einrichtung zur kontinuierlichen Emissionsüberwachung
- 4 [Messobjekt n] Funktionsprüfungen
- 5 [Messobjekt n] Probenahmestelle für die Vergleichsmessungen
- 6 [Messobjekt n] Messverfahren für die Vergleichsmessungen
- 7 [Messobjekt n] Ermittlung der Analysenfunktion
- 8 Betriebszustand der Anlage während der Kalibrierungen
- 9 Elektronisches Auswertesystem
- 10 Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion
- 11 Anhang

## 1 Formulierung der Messaufgabe

Es sind prinzipiell alle Punkte aufzuführen. Nichtzutreffende Punkte sind mit „nicht zutreffend“ zu kennzeichnen.

- 1.1 Auftraggeber:
- 1.2 Betreiber:
- 1.3 Standort:  
*Aus der Standortangabe muss die Lage des Emittenten auch innerhalb eines größeren Werkes klar zu erkennen sein (z. B. Werk C..., Halle 5)*
- 1.4 Anlage:  
Angaben mit Bezug zur 4. BImSchV
- 1.5 Zeitraum der Funktionsprüfung / Kalibrierung:  
Datum der Funktionsprüfung:  
Datum der vorhergehenden Funktionsprüfung:  
Datum der nächsten Funktionsprüfung:  
Datum der Kalibrierung:  
Datum der vorhergehenden Kalibrierung:  
Datum der nächsten Kalibrierung:  
Vorliegen der Bescheinigung über den ordnungsgemäßen Einbau (lt. Betreiberangaben):  
ja / nein (Nichtzureffendes streichen)

- 1.6 Anlass und Aufgabenstellung der Funktionsprüfung / Kalibrierung  
*Z. B. Erstkalibrierung, Wiederholungskalibrierung*  
*Alle kontinuierlich zu messenden Abgasinhaltsstoffe bzw. -parameter sowie festgelegte Grenzwerte sind anzugeben.*  
*Die Messobjekte, deren Kalibrierung / Funktionsprüfung erfolgen soll, sind anzugeben.*
- 1.7 Angabe, mit wem der Messplan abgestimmt wurde:  
*Zuständige Behörde, Landesanstalt oder -amt für Umwelt, Betreiber*
- 1.8 An den Arbeiten vor Ort beteiligte Personen:
- 1.9 Beteiligung weiterer Institute:
- 1.10 Fachlich Verantwortlicher:
- 1.10.1 Tel.-Nr.:
- 2 Beschreibung der Anlage, gehandhabte Stoffe**
- 2.1 Art der Anlage:  
*Gegebenenfalls von der 4. BImSchV abweichende Bezeichnung zur genaueren Kennzeichnung.*
- 2.2 Beschreibung der Anlage:  
*Kurzbeschreibung der Anlage und des Verfahrensprozesses unter Hervorhebung insbesondere der Anlagen-  
teile, die im Zusammenhang mit der Entstehung von Emissionen luftfremder Stoffe von besonderer Bedeutung  
sind. In komplex gelagerten Fällen ist ein vereinfachtes Anlagenfließbild beizufügen. Die Forderung einer  
Anlagenbeschreibung ist in Anhang B der VDI 4220 formuliert.*  
*Fabrikat, Baujahr, Fabrik-Nr. usw. sind gegebenenfalls anzugeben.*  
*Zur Anlagenbeschreibung gehört neben der absoluten auch eine spezifische Leistungsangabe. Bezugsgrößen  
können z. B. die Einsatzstoffe und/oder die Produkte sein. Es sind branchenübliche Größen zu verwenden. Die  
Angaben müssen ggf. der Betriebseinheit oder der jeweiligen Emissionsquelle zugeordnet werden können. So  
sind eingesetzte Brennstoffe oder Heizmedien für bestimmte Anlagenteile oder Betriebseinheiten anzugeben,  
denn im Zusammenhang mit der Nr. 2.4 können hier möglicherweise Rückschlüsse auf das  
Emissionsverhalten der Anlage gezogen werden, z. B. Brennstoffmengenverhältnisse bei Mischfeuerungen.*
- 2.3 Standort der Anlage und Beschreibung der Emissionsquelle:  
*Für evtl. weitergehende Bearbeitungen ist eine möglichst genaue Standortbeschreibung notwendig. In diesem  
Zusammenhang ist ebenfalls eine Angabe über die Ableitung und die Angabe des Rechts- und Hochwertes für  
jede Quelle erforderlich.*
- 2.3.1 Standort (Ortslage):
- 2.3.2 Emissionsquelle:
- 2.3.2.1 Höhe über Grund:
- 2.3.2.2 Austrittsfläche:
- 2.3.2.3 Rechtswert/Hochwert:
- 2.3.2.4 Bauausführung:
- 2.3.3 Landesspezifische Zuordnung:
- 2.4 Angabe der lt. Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe:  
*Um sicherzustellen, dass bei der Kalibrierung alle emissionsrelevanten Einsatzstoffe hinsichtlich ihres  
Einflusses auf die Kalibrierfunktion berücksichtigt wurden, sind unter Nr. 2.4 entsprechende Angaben zu  
machen.*

2.5 Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen:

*Eine Beschreibung dieser Einrichtungen soll eine Beurteilung der Abgasreinigungsaggregate ermöglichen und einen Hinweis geben, ob von der betrachteten Anlage erhebliche diffuse Emissionen von luftverunreinigenden Stoffen ausgehen können.*

2.5.1 Einrichtung zur Erfassung der Emissionen:

*Beispielsweise Anlage zur Emissionserfassung, Erfassungselement, Ventilatorkenndaten, Ansaugfläche.*

2.5.2 Einrichtung zur Verminderung der Emissionen:

*Beschreibung entsprechend Muster des bundeseinheitlichen Emissionsmessberichtes veröffentlicht in VDI 4220 Anhang B.*

**3 [<Messobjekt>] Beschreibung der Einrichtung zur kontinuierlichen Emissionsüberwachung**

Die Punkte 3 bis 7 sind für jedes kontinuierlich überwachte Messobjekt gesondert anzugeben. In der Nomenklatur ist das Messobjekt in eckigen Klammern in der 1. Ebene einzusetzen, z. B. 3 [NOx]. Zur besseren Übersichtlichkeit innerhalb der Punkte 3 bis 7, welches Messobjekt abgehandelt wird, ist neben der Aufführung des jeweiligen Messobjektes in den Hauptüberschriften eine Aufführung in der Fuß- bzw. Kopfzeile empfehlenswert.

3.1 Probenahme:

3.1.1 Lage des Messquerschnittes

Es ist die genaue Lage des Messquerschnittes für das jeweilige kontinuierlich erfasste Messobjekt im Abgasrohrleitungssystem anzugeben. Die Angabe der Lage des Messquerschnittes ist so auszuführen, dass der Beschreibung zweifelsfrei zu entnehmen ist, ob die Einrichtung der Probenahmestelle sachgerecht erfolgte.

3.1.2 Abmessungen des Messquerschnittes:

3.1.3 Beschreibung der Probenahme:

3.1.3.1 Art der Probenahme

extraktive Probenahme / in-situ-Messung (Nichtzureffendes streichen)

3.1.3.2 Ausgestaltung der Probenahme:

*Bei einer extractiven Probenahme ist die Art der Entnahme (Punkt, Linie, Netzmessung (Messkreuz)) zu beschreiben. Die Art der Entnahme muss je nach Komponente entsprechend VDI 4200 erfolgen. Es sind Angaben zur Anzahl der Messachsen und Lage der Messpunkte im Messquerschnitt zu machen. Die Repräsentativität der Messpunkte ist im Rahmen der Kalibrierung nachzuweisen.*

3.2 Probengasaufbereitung: (entfällt bei in-situ-Messung)

*Für das erfasste Messobjekt sind die Einrichtungen zur Förderung des Abgasteilvolumenstromes und seiner Aufbereitung zu beschreiben. Hierzu gehören auch Angaben über die Temperaturen der beheizten Probengasleitungen. Falls in-situ-Messungen stattfinden, entfällt die Beschreibung dieses Punktes.*

Entnahmesonde/Staubfilter:

- beheizt: ..... °C
- unbeheizt
- Hersteller/Typ:
- Werkstoff:

Probegasleitung vor Gasaufbereitung:

- beheizt: ..... °C
- unbeheizt
- Länge: ..... m
- Werkstoff der gasführenden Teile:

Messgasaufbereitung:

- Messgaskühler, Fabrikat/Typ:
- Temperatur, geregelt auf: ..... °C

Probegasleitung nach Gasaufbereitung:

- Länge: ..... m
- Werkstoff der gasführenden Teile:

3.3 Kontinuierlich registrierendes Messgerät:

*An dieser Stelle ist die eingesetzte kontinuierlich registrierende Mess- und Auswerteeinrichtung zu beschreiben. Die zur Verfügung stehenden Hilfsmittel (Prüfstäbe, Kalibriergase) sind aufzuführen. Alle Gerätespezifikationen (z. B. Messbereiche und Nullpunktllage) sind anzugeben.*

3.3.1 Messverfahren:

3.3.2 Analysator:

Hersteller:

Typ:

Baujahr:

Geräte-Nr.:

Aufstellungsplatz:

Umgebungstemperatur: ..... °C

Wartungszyklus:

Art der Referenzpunktkontrolle: automatisch / manuell (Nichtzureffendes streichen)

3.3.3 Eingestellte Messbereiche:

3.3.4 Gerätetyp eignungsgeprüft:

*Bei nicht eignungsgeprüften Messeinrichtungen sind folgende Verfahrenskenngrößen anzugeben:*

- Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeit)
- Einstellzeit (90 %-Zeit)
- Nachweisgrenze
- die zeitliche Veränderung der Nullpunktanzeige
- gegebenenfalls Standardabweichung
- Linearität

*Es ist auch anzugeben, wie diese Daten ermittelt wurden.*

3.3.5 Registriereinrichtung:

Hersteller:

Typ:

Güteklaasse:

Schreibbreite:

Vorschub:

Anzeigebereich:

Erfasste Messobjekte:

3.3.6 Wartungsbuch (Kontrollbuch) geführt:

ja / nein (Nichtzureffendes streichen)

- 3.4 Emissionsauswerterechner:  
Hersteller:  
Typ:  
Baujahr:  
Gerät eignungsgeprüft:  
Schutz gegen unbefugte Parameteränderungen:  
(Schlüsselschalter, Passwort, Datum der letzten Parameteränderung)  
Aufstellungsort:  
Emissionsfernüberwachung: ja/nein (Nichtzureffendes streichen)  
*Falls Emissionsfernüberwachung erfolgt, ist die EFÜ-Version zu nennen und Angaben zur Eignungsprüfung zu treffen.*

## 4 [<Messobjekt>] Funktionsprüfungen

- 4.1 Messgerät:  
4.1.1 Datum der Funktionsprüfung:  
4.1.2 Funktionsprüfung bei extraktiver Beprobung:  
4.1.2.1 Beschreibung des Gerätezustandes:  
*Bei der Beschreibung des Gerätezustandes sind die Messgasentnahme- und Aufbereitungseinrichtungen mit einzubeziehen.*  
4.1.2.2 Prüfung auf Dichtigkeit:  
*Bei der Überprüfung auf Dichtigkeit sind die Messgasentnahme- und Aufbereitungseinrichtungen mit einzubeziehen. Es ist darzustellen, wie die Überprüfung der Dichtigkeit erfolgte.*  
4.1.2.3 Überprüfung der Gerätekennlinie mit Prüfstandards:  
*Analog VDI 3950 Blatt 1*  
*z. B. Prüfgase, Prüfgitterfilter, Prüfstäbe*  
4.1.2.4 Überprüfung der Nullpunktsdrift im Wartungsintervall:  
*Die Ergebnisse, ermittelt durch z. B.*  
*- Wartungsbuch (Kontrollbuch)*  
*- Schreibstreifen*  
*- eigene Messung*  
*sind zusammen mit den Angaben zu den maximal zulässigen Abweichungen anzugeben.*  
*Die Art der Ermittlung ist anzugeben.*  
4.1.2.5 Überprüfung der Referenzpunktsdrift im Wartungsintervall:  
*Die Ergebnisse, ermittelt durch z. B.*  
*- Wartungsbuch (Kontrollbuch)*  
*- Schreibstreifen*  
*- eigene Messung*  
*sind zusammen mit den Angaben zu den maximal zulässigen Abweichungen anzugeben.*  
*Die Art der Ermittlung ist anzugeben.*  
4.1.2.6 Ermittlung der Einstellzeit (90%-Zeit):  
*Es ist sowohl der Wert als auch die Art seiner Ermittlung mitzuteilen.*

4.1.2.7 Überprüfung der Querempfindlichkeiten:

*Die Querempfindlichkeit gegenüber anderen im Abgas enthaltenen Messobjekten ist zu ermitteln. Der Umfang der Prüfung orientiert sich an der im Einzelfall gegebenen Zusammensetzung des Abgases und am Messverfahren.*

*In der Ergebnisaufstellung sind sowohl die maximal zulässigen Querempfindlichkeiten als auch die tatsächlich festgestellten Querempfindlichkeiten anzugeben.*

4.1.2.8 Beschreibung der Prüfgase:

*Die dem Anlagenbetreiber zur Verfügung stehenden Prüfgase sind zu beschreiben. Dabei sind Angaben zu Hersteller, Flaschen-Nummer, Nennkonzentration einschließlich Toleranz, Stabilitätsgarantie, Aussage zur Einhaltung der Garantiezeit mitzuteilen. Die Konzentrationen der betreibereigenen Prüfgase sind zu prüfen, die Prüfmethodik zu beschreiben und das Ergebnis festzuhalten.*

4.1.3 Funktionsprüfung bei in-situ-Messungen:

4.1.3.1 Beschreibung des Gerätezustandes:

*Hierzu gehören insbesondere die Ergebnisse der Sichtprüfung; besonderer Wert ist auf die Ermittlung des Zustandes der optischen Grenzflächen zu legen. Der Zustand der Verplombung, soweit vorhanden, ist festzustellen.*

4.1.3.2 Überprüfung des Null- und Referenzpunktes wie vorgefunden (im Abgaskanal):

*Es ist darzustellen, wie die Überprüfung des Null- und Referenzpunktes erfolgte. Die Ergebnisse der Überprüfungen sind zusammen mit den Angaben zu den maximal zulässigen Abweichungen anzugeben.*

*Der Zustand der betreibereigenen Prüfstandards ist zu beschreiben. Wenn diese Standards überprüft wurden, ist die Prüfmethodik zu beschreiben und das Ergebnis festzuhalten.*

4.1.3.3 Überprüfung des Nullpunktes in abgasfreier Strecke:

*Es ist darzustellen, wie die Überprüfung des Nullpunktes erfolgte. Die Ergebnisse der Überprüfung sind zusammen mit den Angaben zu den maximal zulässigen Abweichungen z.B. in folgender Form anzugeben:*

- nach Justierung
- nach Einbau

*Der Zustand der betreibereigenen Prüfstandards ist zu beschreiben. Wenn diese Standards überprüft wurden, ist die Prüfmethodik zu beschreiben und das Ergebnis festzuhalten.*

4.1.3.4 Überprüfung des Referenzpunktes in abgasfreier Strecke:

*Es ist darzustellen, wie die Überprüfung des Referenzpunktes erfolgte. Die Ergebnisse der Überprüfung sind zusammen mit den Angaben zu den maximal zulässigen Abweichungen z.B. in folgender Form anzugeben:*

- nach Justierung
- nach Einbau

*Der Zustand der betreibereigenen Prüfstandards ist zu beschreiben. Wenn diese Standards überprüft wurden, ist die Prüfmethodik zu beschreiben und das Ergebnis festzuhalten.*

4.1.3.5 Überprüfung der Gerätekennlinie mit Prüfstandards:

*analog VDI 3950 Blatt 1 z. B. Prüfgase, Prüfgitterfilter, Prüfstäbe*

4.1.3.6 Ermittlung der Einstellzeit (90%-Zeit):

*Es ist sowohl der Wert als auch die Art seiner Ermittlung mitzuteilen.*

4.2 Messwertauswertesystem:

4.2.1 Justierhilfen:

*Die verwendeten Justierhilfen (z. B. Präzisionsstromgeber) sind aufzuführen.*

Hersteller:

Typ:

GütekLASSE:

4.2.2 Überprüfung der Parameterliste:

*Die Parameterliste ist auszudrucken und zu überprüfen. Bei durchgeführten Parameteränderungen sind diese zu kommentieren, die Parameterliste ist in diesem Fall als Anhang im Bericht aufzunehmen.*

4.2.3 Prüfung der Datenübertragung von den Messgeräten zum Auswerterechner und Prüfung der Verrechnung:

*Die Methodik der Prüfung (Stromvorgabe mittels Präzisionsstromgeber) ist zu beschreiben. Neben der Prüfung in Grenzwertnähe (GW, 1,2facher GW, 2facher GW und gegebenenfalls abweichende Tagesmittel-GW) sollte zusätzlich die Signalübertragung im unteren sowie im oberen Viertel des Messbereiches (z. B. 6 mA, 18 mA) durchgeführt werden. Die Sollwerte sind den Istwerten gegenüberzustellen, die Abweichungen anzugeben und zu kommentieren. Auf die Überprüfung der Klassierung von z. B. Halbstundenmittelwerten kann verzichtet werden (Bestandteil der Eignungsprüfung von Emissionswertrechnern), soweit die Einteilung der Klassen lediglich von einem parametrierten Emissionsgrenzwert abhängig ist, nicht also bei z. B. Mischfeuerungen.*

4.2.4 Prüfung der Datenübertragung von den Messgeräten zu den Registriereinrichtungen:

*Es existiert keine explizite Anforderung für diese Überprüfung. Aus praktischen Erwägungen sollten  $\forall 2\%$  vom Messbereichsendwert als Toleranz eingehalten werden. Die Methodik der Prüfung (Stromvorgabe mittels Präzisionsstromgeber) ist zu beschreiben. Analog zu 4.2.3 sollte neben der Prüfung in Grenzwertnähe zusätzlich die Signalübertragung im unteren sowie im oberen Viertel des Messbereiches (z. B. 6 mA, 18 mA) geprüft werden. Die Sollwerte sind den Istwerten gegenüberzustellen, die maximale Abweichung ist anzugeben und gegebenenfalls zu kommentieren.*

4.2.5 Überprüfung der Statussignale

*Die Methodik der Prüfung (z. B. Simulation einer Störung der Messeinrichtung, Betätigung des Wartungsschalters, Überbrücken der einzelnen Statuskontakte) ist zu beschreiben. Ist aus praktischen Gründen die Simulation von Betriebskontakten (z. B. Störung Rauchgasreinigung) nicht durchführbar, ist der Ort (Klemmleiste, Schaltschrank) anzugeben, an dem der jeweilige Statuskontakt überbrückt wurde.*

4.2.6 Prüfung der Druckerfunktion:

## 5 [<Messobjekt>] Probenahmestelle für die Vergleichsmessungen

*Die Teile Nr. 5 bis 7 des Berichtes für das jeweilige Messobjekt sind nur dann auszufüllen, wenn eine Kalibrierung nach §§ 26, 28 der 13. BImSchV, Nr. 3.2 TA Luft sowie § 10 der 17. BImSchV erfolgte oder wenn im Rahmen der Funktionsprüfung Vergleichsmessungen erforderlich sind. Im Vorgriff auf die Kalibrierung hat eine Funktionsprüfung der zu kalibrierenden Messeinrichtungen zu erfolgen.*

5.1 Lage des Messquerschnittes:

*In Nr. 5.1 ist die genaue Lage des Messquerschnittes im Abgasrohrleitungssystem anzugeben. Hierzu gehört auch die Angabe der Längen der Ein- und Auslaufstrecken. Dabei ist darzustellen, wie die Probenahmestelle der Vergleichsmessungen in Bezug auf die Probenahmestelle(n) der kontinuierlich registrierenden Messung(en) liegt. Die Angabe der Lage des Messquerschnittes ist so auszuführen, dass der Beschreibung zweifelsfrei zu entnehmen ist, ob die Einrichtung der Probenahmestelle entsprechend der Richtlinie VDI 4200 erfolgte. Entspricht die Probenahmestelle nicht den Anforderungen der VDI 4200, ist dieses entsprechend zu begründen sowie die Maßnahmen zu beschreiben, die ergriffen wurden, um vertretbare Messergebnisse zu erhalten.*

5.2 Abmessungen des Messquerschnittes:

5.3 Anzahl der Messachsen und Lage der Messpunkte im Messquerschnitt:

*Im Rahmen der Kalibriermessungen ist ein Nachweis der Repräsentativität der Probenahme der kontinuierlich registrierenden Messeinrichtungen durchzuführen. Dies erfordert, dass die Probenahmen für die Vergleichsmessungen als Netzmessungen erfolgen.*

*Bei der Probenentnahme an nur einem Messpunkt oder auf nur einer Achse im fraglichen Messquerschnitt ist dessen Repräsentativität nachvollziehbar zu belegen.*

## 6 [Messobjekt] Messverfahren für die Vergleichsmessungen

*Entfällt, falls nur eine Funktionsprüfung erfolgte.*

*Für Kalibrierungen sind in der Regel diskontinuierlich arbeitende Standardreferenzmessverfahren vorgeschrieben. In begründeten Ausnahmen können zur Aufstellung der Kalibrierfunktion mobile kontinuierlich arbeitende Messgeräte verwendet werden. Die Durchführung der Probenahme und Gasaufbereitung dafür ist detailliert zu beschreiben.*

*Ein weiterer Anwendungsfall betrifft die Ermittlung der Korrekturfaktoren zur Verbesserung der räumlichen und zeitlichen Repräsentativität bei der schrittweisen Ermittlung der netzbezogenen Analysenfunktion (siehe VDI 3950 Blatt 1).*

*Hinsichtlich der heranzuziehenden Standardreferenzmessverfahren, der Mindestanzahl von Proben usw. wird verwiesen auf den Bericht 11/90 "Luftreinhaltung. Leitfaden zur kontinuierlichen Emissionsüberwachung", herausgegeben vom Umweltbundesamt, erschienen im Erich Schmidt Verlag, Berlin, 1990, sowie die Richtlinie VDI 3950 Blatt 1.*

*Es sind die verwendeten Messgeräte und -verfahren anzugeben und zu beschreiben. Werden andere als hier beispielsweise aufgeführte Geräte und Verfahren verwendet, sind die Verfahrenskenngrößen zu ermitteln und anzugeben.*

*Bei Abweichung vom Standardreferenzmessverfahren sind die getroffenen Maßnahmen zur Einhaltung der Verfahrenskenngrößen anzugeben und Fehlerbetrachtungen anzustellen, z. B.:*

- Verfahrenskenngrößen und Art der Ermittlung:
- Maßnahmen zur Qualitätssicherung:
- Einfluss von Begleitstoffen:
- Nachweisgrenze:
- Unsicherheitsbereich:

6.1 Ermittlung der Abgasrandbedingungen:

*Wenn nötig.*

6.1.1 Strömungsgeschwindigkeit:

- Prandtl'sches Staurohr in Verbindung mit Mikromanometer, Fabrikat/Typ:
- elektronisches Mikromanometer, Fabrikat/Typ
- sonst. Feinstdifferenzdruckmesser, Fabrikat/Typ:
- Flügelradanemometer, Fabrikat/Typ:
- letzte Überprüfung/Kalibrierung:
- rechnerische Ermittlung (z. B. aus Brennstoffmenge, Luftverhältnis, Verdrängungsvolumina):

6.1.1.1 Statischer Druck im Abgaskamin:

- U-Rohr-Manometer, Fabrikat/Typ:
- Manometer nach 6.1.1 unter Berücksichtigung der entsprechenden Anschlüsse:
- letzte Überprüfung/Kalibrierung:

6.1.1.2 Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle:

- *Barometer, Fabrikat/Typ:*
- *letzte Überprüfung/Kalibrierung:*

6.1.1.3 Abgastemperatur:

- *Widerstandsthermometer, Fabrikat/Typ:*
  - *Ni-CrNi-Thermoelement, Fabrikat/Typ:*
  - *Hg-Thermometer:*
  - *sonstige Temperaturmessgeräte, Fabrikat/Typ:*
- Es ist anzugeben, ob die Temperatur des Abgases während der gesamten Kalibrierung der Anlage in einem als repräsentativ erkannten Messpunkt im Messquerschnitt kontinuierlich ermittelt und*
- *von einer Registriereinrichtung aufgezeichnet*
  - *mit Hilfe einer Messdatenerfassungsanlage erfassst*
  - *zu Halbstundenmittelwerten verarbeitet wurde.*
- *letzte Überprüfung/Kalibrierung:*

6.1.1.4 Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte):

- *Adsorption an Silikagel / Calciumchlorid / Molekularsieb und nachfolgende gravimetrische Bestimmung (Nichtzutreffendes streichen; nicht aufgeführte Sorptionsmittel sinngemäß ergänzen)*
- *Feuchtigkeitsmessgerät für Gase, Fabrikat/Typ:*
- *Psychrometer, Fabrikat/Typ:*
- *Prüfröhrchen für Wasserdampf:*

6.1.1.5 Abgasdichte:

*Berechnet unter Berücksichtigung der Abgasanteile an:*

- *Sauerstoff (O<sub>2</sub>)*
- *Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)*
- *Luftstickstoff (N<sub>2</sub> mit 0,933 % Ar)*
- *Kohlenmonoxid (CO)*
- *sonst. Abgaskomponente wie .....*
- *Abgasfeuchte (Wasserdampfanteil im Abgas)*
- *Abgastemperatur und Druckverhältnisse im Kanal*

6.2 Vergleichsmessverfahren

6.2.1 Diskontinuierliche Messverfahren für gasförmige Messobjekte

6.2.1.1 Messverfahren/VDI-Richtlinien, Grundlage des Verfahrens und Durchführung der Probenahme:

6.2.1.2 Geräte für die Probenahme:

Entnahmesonde:      Material:  
                            beheizt/unbeheizt/gekühlt (Nichtzutreffendes streichen)

Partikelfilter:      Typ:  
                            Material:  
                            beheizt/unbeheizt (Nichtzutreffendes streichen)

Ab-/Adsorptionseinrichtungen: (z. B. Standard-Impinger, Fritten-Waschflaschen, Kieselgelrohre, Aktivkohleröhrchen)

Sorptionsmittel:

Sorptionsmittelmenge:

Gegebenenfalls Skizze über den Aufbau der Probenahmeinrichtung:

Angabe des Abstandes zwischen Ansaugöffnung der Entnahmesonde und dem Sorptionsmittel bzw. Abscheideelement:

Probentransfer (z. B. Zeitraum zwischen Probenahme und Analyse):

6.2.1.3 Analytische Bestimmung:

Nachvollziehbare Beschreibung der Analyseverfahren:

Aufarbeitung des Probenmaterials:

Analysengeräte: Hersteller/Typ:

Spezifische Kenndaten:

*GC-Säulen, Temperatur-Aufheiz-Zeitprogramme*

Standards (Wiederfindungsraten):

6.2.1.4 Verfahrenskenngrößen und Art der Ermittlung; Maßnahmen zur Qualitätssicherung:

Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeit):

Nachweisgrenze:

Unsicherheitsbereich:

6.2.2 Kontinuierliche Messverfahren für gasförmige Messobjekte:

6.2.2.1 Messverfahren/VDI-Richtlinie:

6.2.2.2 Analysator:

Hersteller:

Typ:

6.2.2.3 Eingestellter Messbereich:

6.2.2.4 Gerätetyp eignungsgeprüft:

*Sofern für die Messaufgabe eignungsgeprüfte Geräte verfügbar sind, müssen diese auch eingesetzt werden.*

*Bei nicht eignungsgeprüften Messeinrichtungen sind folgende Verfahrenskenngrößen anzugeben:*

- Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeit)
- Einstellzeit (90%-Zeit)
- Nachweisgrenze
- die zeitliche Veränderung der Nullpunktanzeige
- gegebenenfalls Standardabweichung
- Linearität

*Es ist auch anzugeben, wie diese Daten ermittelt werden.*

6.2.2.5 Messplataufbau:

Entnahmesonde: beheizt: ..... °C  
unbeheizt

Staubfilter: beheizt: ..... °C  
unbeheizt

Probegasleitung vor Gasaufbereitung: beheizt: ..... °C  
unbeheizt  
Länge: ..... m

Probegasleitung nach Gasaufbereitung: Länge: ..... m

Werkstoffe der gasführenden Teile:

Messgasaufbereitung:

Messgaskühler, Fabrikat/Typ:

Temperatur, geregelt auf: ..... °C

Trockenmittel (z. B. Silikagel):

6.2.2.6 Überprüfen der Gerätekennlinie mit folgenden Prüfgasen:

Nullgas:

Prüfgas: ..... mg/m<sup>3</sup>

Hersteller:

Herstellldatum:

Stabilitätsgarantie: ..... Monate

Zertifiziert: ja () nein ()

Überprüfung der Prüfgaskonzentration durch..... am .....

6.2.2.7 90%-Einstellzeit des gesamten Messaufbaus:

*Es ist auch zu beschreiben, wie dieser Wert ermittelt wurde.*

6.2.2.8 Registrierung der Messwerte:

Kontinuierlich mit Schreiber

- Schreibbreite:

- Güteklaasse:

- Fabrikat/Typ:

Mit Hilfe einer Messwerterfassungsanlage (Rechner), Fabrikat/Typ:

Erfassungsprogramm (Software):

6.2.3 Diskontinuierliche Messverfahren für partikelförmige Messobjekte:

6.2.3.1 Messverfahren:

Richtlinie VDI 2066 Blatt ..... , Datum .....

Grundlage des Verfahrens:

6.2.3.2 Probenahmegeräte:

Planfilter/Filterkopfgerät mit Quarzwollehülse/Kombination

Planfilter/Filterkopfgerät (Nichtzutreffendes streichen):

Sonstige Adsorptionseinrichtungen:

beheizt/unbeheizt (Nichtzutreffendes streichen)

innenliegend im Kanal/aussenliegend am Kanal (Nichtzutreffendes streichen)

Ausführung/Material:

Entnahmesonde:

Material: beheizt/unbeheizt (Nichtzutreffendes streichen)

Gegebenenfalls Skizze über den Aufbau der Probenahmeeinrichtung

Angaben über Abscheidemedium:

- Material:

- Blatt- bzw. Porendurchmesser:

- Hersteller/Typ:

6.2.3.3 Aufarbeitung und Auswertung des Abscheidemediums:

Trocknungstemperatur des Abscheidemediums vor und nach der Beaufschlagung: ..... °C

Trocknungszeit des Abscheidemediums vor und nach der Beaufschlagung: ..... h

Klimatisierter Wägeraum: () ja () nein

- Waage:

- Hersteller:

- Typ:

6.2.3.4 Verfahrenskenngrößen und Art der Ermittlung; Maßnahmen zur Qualitätssicherung:

Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeit):

Nachweisgrenze:

Unsicherheitsbereich:

## 7 [<Messobjekt>] Ermittlung der Analysenfunktion

*Entfällt, falls nur eine Funktionsprüfung erfolgte.*

*Die nachfolgenden Angaben sind für jedes zu kalibrierende Messgerät mitzuteilen.*

*Alle Messergebnisse sowie die darauf basierenden Berechnungen sind nachvollziehbar darzustellen.*

7.1 Wiedergabe der Messergebnisse:

*Sowohl die mit der zu kalibrierenden Messeinrichtung ermittelten Messwerte als auch die parallel dazu mit dem Standardreferenz- bzw. Vergleichsmessverfahren bestimmten Konzentrationen sind in Tabellenform darzustellen. In dieser Tabelle sind die Beprobungszeiten mit aufzunehmen.*

*Bei Anwendung der schrittweisen Ermittlung der Analysenfunktion sind die Korrekturfaktoren zur Verbesserung der räumlichen Repräsentativität mit Messwerten (Netzmessungen) zu belegen.*

*Es ist zu beschreiben, ob der gesamte, für die messtechnische Überwachung erforderliche Messbereich (z. B. Bereich bis zum zweifachen des lt. Genehmigungsbescheides gültigen Grenzwertes) erfasst werden konnte.*

*Falls dieses nicht möglich war, ist unter Bezug auf die Richtlinie VDI 3950 Blatt 1, die gewählte Vorgehensweise darzustellen und zu begründen.*

*Beispiel für Tabellenform zur Messwertwiedergabe:*

Tabelle 7.1a: Ergebnisse der Vergleichsmessung am 11. April 2000

Lfd. Nr. Messung	Uhrzeit von - bis	Dauer der Messung min	Geräteanzeige mA	Mit Vergleichsverfahren ermittelte Massenkonzentration		Kommentar zum Anlagenbetrieb
				unnormiert mg/m <sup>3</sup>	normiert mg/m <sup>3</sup>	
1	09.00-10.00	30	6,72	50	53	Normalbetrieb
2	10.05-10.35	30	7,53	47	50	Normalbetrieb
3	10.45-11.15	30	7,37	52	59	Normalbetrieb
4	11.40-12.10	30	9,36	56	63	Normalbetrieb
5	14.10-14.40	30	17,10	170	192	2 Filterschläuche gezogen

7.2 Darstellung der Regressionsgeraden einschließlich des Toleranz- und des Vertrauensbereiches:

*Die Ergebnisse sind sowohl gemäß VDI 3950 Blatt 1 als Formel als auch in graphischer Form darzustellen.*

*Das gewählte Berechnungsverfahren ist darzustellen (lineare, quadratische Regression, statistische Sicherheit usw.).*

## 8 Betriebszustand der Anlage während der Kalibrierungen

*Entfällt, falls nur eine Funktionsprüfung erfolgte.*

*Zu den einzelnen Daten muss angegeben werden, auf welche Weise die Informationen gewonnen wurden; z. B. Betreiberangaben oder eigene Erhebungen.*

*Die Betriebsdaten der Produktionsanlage und der Abgasreinigungsanlage(n) sind zeitbezogen darzustellen.*

*Es ist nachvollziehbar anzugeben, welche Maßnahmen ergriffen wurden, um eine für die Kalibrierung des/der gesamten Messbereiches/Messbereiche ausreichende Abgaskonzentration des jeweiligen Messobjektes zu erzielen.*

8.1 Produktionsanlage:

Einsatzstoffe/Brennstoffe während der Kalibrierung:

Betriebsweise (z.B. Normalbetrieb, Chargieren, Anfahren, repräsentativer Betriebszustand u.a.) während der Kalibrierung:

Durchsatz/Leistung (Prozessdaten, Dampf usw.) während der Kalibrierung:

Produkte:

weitere charakteristische Betriebsgrößen (z. B. Drücke, Temperaturen):

8.2 Abgasreinigungsanlagen:

(s. Anlage 1)

*Beschreibung der Abgasreinigungsanlagen ist dem Bericht als Anlage entsprechend Muster des bundeseinheitlichen Emissionsmessberichtes veröffentlicht in VDI 4220 Anhang B beizufügen.*

Betriebsdaten (z. B. Stromaufnahme, pH-Wert, Abreinigungsrythmus):

Betriebstemperaturen:

emissionsbeeinflussende Parameter (z. B. Abreinigungszyklen, pH-Wert, Temperatur der TNV, Betriebszeit des Katalysators):

Besonderheiten der Abgasreinigung (z. B. Eigenbau, Zusatz-Wassereindüsung):

**9 Elektronisches Auswertesystem**

*Die Prüfung gemäß 9 ist alle 3 bzw. 5 Jahre erforderlich. Falls nur das elektronische Auswertesystem geprüft wird, sind hier die Angaben des Kapitels 3.4 zusätzlich mit aufzuführen.*

Hersteller:

Typ:

Aufstellungsort:

9.1 Belegung der Analog- und Digitalsignale:

9.1.1 Analogsignale:

*Die Zuordnung der Analogeingänge zu den einzelnen Messobjekten kann durch Hinweis auf Kapitel 4.2 bzw. 9.2 erfolgen; dort nicht aufgeführte Analogsignale [z. B. Analogausgänge] sind hier aufzuführen.*

9.1.2 Digitalsignale:

9.1.2.1 Digitaleingänge:

*Die Zuordnung der Digitaleingangsnummern zu den signalerzeugenden Elementen sowie den Meldungen sind anzugeben.*

9.1.2.2 Digitalausgänge:

*Die Zuordnung der Digitalausgangsnummern zu den Meldungen sind anzugeben.*

9.2 Parametrierung des Auswertesystems:

9.2.1 Emissionskomponenten:

*Die im Auswertesystem eingegebenen Parameter sind hier für jede Emissionskomponente anzugeben; im einzelnen sind Analogeingangsnummer, Regressionsparameter, Vertauens- und Toleranzbereich, Messbereiche, Grenzwerte, Plausibilitätsgrenzen, Integrationszeit, Sauerstoff-, ggf. Temperatur-, Feuchte- und Druckbezugswert, Ersatzwerte aufzuführen.*

9.2.2 Bezugs- und sonstige Messwerte:

*Die im Auswertesystem eingegebenen Parameter sind hier für jeden Bezugs- und sonstigen Messwert anzugeben; im einzelnen sind Analogeingangsnummer, Regressionsparameter, Messbereiche, Plausibilitätsgrenzen, Integrationszeit, Sauerstoff-, ggf. Temperatur-, Feuchte- und Druckbezugswert, aufzuführen.*

9.2.3 Ergänzende Aussagen zur Parametrierung:

*An dieser Stelle sind erklärende Bemerkungen zur Parametrierung, insbesondere Quelle der Regressionsparameter, anlagenspezifische Rechenoperationen, Konstanten, gleitende Berechnung der Emissionsgrenzwerte bei Mischfeuerungen etc. aufzuführen.*

9.2.4 Im Auswertesystem berücksichtigte Betriebszustände:

*Es ist darzustellen, zwischen welchen Betriebszuständen der Anlage (z. B. Anfahr- und/oder Abfahrbetrieb, Ausfall der Abgasreinigungseinrichtung usw.) unterschieden wird; zusätzlich sind die Bildungs- bzw. Rücksetzkriterien der entsprechenden Statussignale sowie die daraus resultierende Klassierung der einzelnen Komponenten aufzuführen. Handelt es sich bei der Zusammensetzung der Bildungs- bzw. Rücksetzkriterien um komplexere Zusammenhänge, sind Signalflusspläne im Anhang aufzuführen.*

9.3 Funktionsprüfung des Auswertesystems:

9.3.1 Justierhilfen:

*Die verwendeten Justierhilfen (z. B. Präzisionsstromgeber) sind aufzuführen.*

Hersteller:

Typ:

Gütekasse:

9.3.2 Überprüfung der Parameterliste:

*Die Parameterliste ist auszudrucken und zu überprüfen. Bei durchgeführten Parameteränderungen sind diese zu kommentieren, die Parameterliste ist in diesem Fall als Anhang im Bericht aufzunehmen.*

9.3.3 Prüfung der Datenübertragung von den Messgeräten zum Auswerterechner und der Verrechnung:

*Die Methodik der Prüfung (Stromvorgabe mittels Präzisionsstromgeber) ist zu beschreiben. Neben der Prüfung in Grenzwertnähe (GW, 1,2facher GW, 2facher GW und ggf. abweichende Tagesmittel-GW) sollte zusätzlich die Signalübertragung im unteren sowie im oberen Viertel des Messbereiches (z. B. 6 mA, 18 mA) durchgeführt werden. Die Sollwerte sind den Istwerten gegenüberzustellen, die Abweichungen anzugeben und zu kommentieren. Auf die Überprüfung der Klassierung von z. B. Halbstundenmittelwerten kann verzichtet werden (Bestandteil der Eignungsprüfung von Emissionswertrechnern), soweit die Einteilung der Klassen lediglich von einem parametrierten Emissionsgrenzwert abhängig ist, nicht also bei z. B. Mischfeuerungen usw.*

9.3.4 Prüfung der Datenübertragung von den Messgeräten zu den Registriereinrichtungen:

*Es existiert keine explizite Anforderung für diese Überprüfung. Aus praktischen Erwägungen sollten  $\pm 2\%$  vom Messbereichsendwert als Toleranz eingehalten werden. Die Methodik der Prüfung [Stromvorgabe mittel Präzisionsstromgeber] ist zu beschreiben. Analog zu 4.2.3 sollte neben der Prüfung in Grenzwertnähe zusätzlich die Signalübertragung im unteren sowie im oberen Viertel des Messbereiches (z. B. 6 mA, 18 mA) geprüft werden. Die Sollwerte sind den Istwerten gegenüberzustellen, die maximale Abweichung ist anzugeben und gegebenenfalls zu kommentieren.*

9.3.5 Überprüfung der Statussignale:

*Die Methodik der Prüfung (z. B. Simulation einer Störung der Messeinrichtung, Betätigung des Wartungsschalters, Überbrücken der einzelnen Statuskontakte usw.) ist zu beschreiben. Ist aus praktischen Gründen die Simulation von Betriebskontakten (z. B. Störung Rauchgasreinigung) nicht durchführbar, ist der Ort (Klemmleiste, Schaltschrank) anzugeben, an dem der jeweilige Statuskontakt überbrückt wurde.*

9.3.6 Prüfung der Druckerfunktion:

## 10 Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion

10.1 Zusammenfassung der Ergebnisse der Funktionsprüfungen:

10.2 Zusammenfassung der Ergebnisse und Plausibilitätsprüfung der Kalibrierungen:

*Entfällt, falls nur eine Funktionsprüfung erfolgte.*

*Insbesondere ist das Gesamtergebnis mit den Ergebnissen der vorhergehenden Kalibrierungen zu vergleichen.*

*Beispiel für Tabellenform zur Ergebnisdarstellung:*

Tabelle 10.2: Parametrierung der Auswerteeinrichtung

Messobjekt	Parameter	alt	Messbereich alt	Parameter	neu	Messbereich neu
Staub	B	2,35	0,7 bis 38,3 mg/m <sup>3</sup>	B	2,12	0,2 bis 34,2 mg/m <sup>3</sup>
	C	-8,71		C	-8,23	
				GW	10/30	
Gesamt-C	B	1,75	0 bis 30 mg/m <sup>3</sup>	B	1,875	0 bis 30 mg/m <sup>3</sup>
	C	-7,5		C	-7,5	
				GW	10/20	
HCl	B	5,62	0 bis 90 mg/m <sup>3</sup>	B	5,62	0 bis 90 mg/m <sup>3</sup>
	C	-22,5		C	-22,5	
				GW	60	

*Falls die Parametrierung des Auswertesystems im Rahmen eines anderen Messberichtes bzw. zu einem anderen Zeitpunkt erfolgt, so sind zum Schluss des Berichtes die aus der durchgeführten Kalibrierung resultierenden Anforderungen an die Parametrierung darzustellen.*

10.3 Zusammenfassung der Ergebnisse der Prüfung des elektronischen Auswertesystems:

## 11 Anhang

- Mess- und Rechenwerte (alle Einzelergebnisse der gemessenen Messobjekte sowie die für die Ermittlung erforderlichen Hilfsgrößen sind in Tabellenform anzugeben)
- Parameterlisten (bei durchgeführten Parameteränderungen)
- Rechnerausdruck (bei durchgeführten Parameteränderungen)
- Signalflusspläne (bei komplexeren Zusammenhängen der Bildungs- bzw. Rücksetzkriterien der einzelnen Betriebszustände)
- Anlagen 1 und 2 analog Anlagen 1 und 2 des Musters des bundeseinheitlichen Emissionsmessberichtes veröffentlicht in VDI 4220 Anhang B

**8 Anhang 2:  
Liste der bekanntgegebenen eignungsgeprüften  
Emissionsmesseinrichtungen und Auswertesysteme**

**Reinhaltung der Luft**  
Letzte Aktualisierung: 16.01.2001

**Eignungsgeprüfte kontinuierlich arbeitende Emissionsmesseinrichtungen**

Messobjekt: **Staubkonzentration**

**Geeignete Messeinrichtungen**

<b>Typ</b>	<b>Hersteller / Vertrieb</b>	<b>Bekanntgabe im GMBI</b>
<b>Jahr</b>	<b>Nr.</b>	<b>Seite</b>
RM 41	*) Sick	1985, 22, 446
RM 41-03	*) Sick	1990, 12, 230
Beta-Staubmeter F 50 und F 60	*) VEREWA	1985, 22, 446
GM 21	*) Sick	1990, 12, 230
KTN	Sigrist Photometer	1990, 12, 231
RM 46	*) Sick	1985, 22, 446
D-R 280-10	DURAG	1990, 12, 230
KTNR	Sigrist Photometer	1990, 12, 231
RM 41-07	*) Sick	1987, 24, 417
INTRAS D	*) Hartmann & Braun	1990, 12, 231
FH 62 E-NA	FAG Kugelfischer	1990, 20, 399
Beta-Staubmeter F-904	VEREWA	1990, 20, 399
RM 30	Sick	1990, 34, 860
RM 200	Sick	1992, 32, 794
		1994, 28, 868
D-R 300-40	DURAG	1992, 45, 1140
		1993, 43, 862
KTNR	Sigrist	1992, 45, 1140
KTNRM	Sigrist	1993, 26, 467
LPS-E	Becker Verfahrenstechnik	1993, 26, 469
CPM 2000	Anacon	1993, 43, 862
D-R 300-40	DURAG	1995, 33, 701
RM 210	Sick	1996, 28, 590
RM 200 oder RM 210 mit Bypass-System	Sick	1996, 28, 590
Verewa Beta-Staubmeter F 904 mit DURAG D-MS-285	Verewa	1997, 29, 464
CTNR	Sigrist	1998, 1, 8
CPM 1001 / CPM 5001	BHA	1998, 1, 8
PFM 97 für Staub und Abgasvolumenstrom	Födisch	1998, 45, 947
4500 MK II	Land Combustion, UK	1999, 33, 719
DT 270 / 770	PCME, UK / Bühler Mess- u. Regeltechnik	1999, 33, 719
EP 1000 Modell 1300	OLDHAM France / Grimm Labortechnik	1999, 33, 719
PFM 97 W für Staub und Abgasgeschwindigkeit	Födisch	2000, 22, 444
FW 101	Sick Engineering	2000, 60, 1192
FW 102	Sick AG	200, 60, 1192
OMD 41-02/OMD 41.03	Sick AG	200, 60, 1195

\*) Das Gerät befindet sich nicht mehr im Lieferprogramm des Herstellers

## Reinhaltung der Luft

Letzte Aktualisierung: 30.11.1999

### Eignungsgeprüfte kontinuierlich arbeitende Emissionsmesseinrichtungen

Messobjekt: Abgastrübung

#### Geeignete Messeinrichtungen

Typ	Hersteller / Vertrieb	Bekanntgabe im GMBI
Jahr	Nr.	Seite
RM 61	*) Sick	1985, 22, 447
D-R 216-40 oder 41	DURAG	1990, 12, 231
RM 61-03	*) Sick	1990, 12, 231
D-R 216-45 bis 48	DURAG	1990, 12, 232
KTNR-M-RZ 1	Sigrist Photometer	1990, 34, 860
RM 100	*) Sick	1990, 34, 860
D-R 300	DURAG	1991, 37, 1045
OF 1200	VEREWA	1993, 26, 468
FW 56-I	Sick	1996, 8, 188
OMD 41-02/OMD 41-03	Sick	1996, 8, 188
FW 56-I mit Messlanze	Sick	1996, 28, 591
RM 210-S	Sick	1996, 28, 591
CT NR-RZ 1	Sigrist Process Photometer	1998, 20, 418
Filterwächter PFM 92C	Födisch	1998, 45, 946

## Reinhaltung der Luft

Letzte Aktualisierung: 14.07.2000

### Eignungsgeprüfte kontinuierlich arbeitende Emissionsmesseinrichtungen

Messobjekt: Staub (qualitativ) Grenzwertüberwachung

#### Geeignete Messeinrichtungen

Typ	Hersteller / Vertrieb	Bekanntgabe im GMBI
Jahr	Nr.	Seite
DT-270 und DT-770	Bühler Mess- und Regeltechnik	1995, 33, 701
Filterwächter PFM 92	Födisch Umweltmesstechnik	1996, 28, 591
FW 56 DT	Sick	1996, 8, 188
FW 56 DT mit Messlanze	Sick	1996, 28, 591
Filterwächter D-FW 230 und D-FW 231	DURAG	1999, 22, 445
Dustalert 60	PCME, UK / Bühler Mess- und Regeltechnik	1999, 22, 445
Goyen EMP 5	Goyen Controls Deutschland	2000 22 443
Dustalert 60 A	PCME, UK / Bühler Mess- und Regeltechnik	2000 22 443

\*) Das Gerät befindet sich nicht mehr im Lieferprogramm des Herstellers

## Reinhaltung der Luft

Letzte Aktualisierung: 16.01.2001

### Eignungsgeprüfte kontinuierlich arbeitende Emissionsmesseinrichtungen

Messobjekt: **Schwefeldioxid**

#### Geeignete Messeinrichtungen

##### Typ

Mikrogas-MSK-SO<sub>2</sub>- E 1

Ultramat 2

UNOR 6 N-R

GM 21

URAS 3 G

URAS 3 E

Modell 2225

Ultramat 32

Ultramat 3

SO<sub>2</sub>-UV Binos

UNOR 6 N-F

SO<sub>2</sub>-UV Berlina

URAS 3 K/Magnos 3 K

Ultramat 21 P/22 P

Mikrogas-SO<sub>2</sub>

Infralyt 1210

Spectran 647 IR

UNOR 6 N SO<sub>2</sub>

DEFOR 3

GM 30

Ultramat 5

DEFOR 3 mit MZE 2

MCS 100 HW

MCS 100 CD

OPSIS AR 602 Z

Mikrogas HCl/SO<sub>2</sub> Typ MSE

URAS 3 GH SO<sub>2</sub>

UNOR 600

UNOR 610

UNOR 610 für CO, NO, SO<sub>2</sub>

UNOR 610 für CO, NO, SO<sub>2</sub>

URAS 10 E

URAS 10 P

URAS 4

##### Hersteller

\*) Wösthoff Messtechnik

\*) Siemens

Maihak

\*) Sick

Hartmann & Braun

\*) Hartmann & Braun

Measurex

\*) Siemens

\*) Siemens

Leybold / Rosemount

Maihak

Leybold / Auergesellschaft

\*) Hartmann & Braun

Siemens

Wösthoff

VEB Junkalor/Afriso-Euro-Index

\*) Bodenseewerk Gerätetechnik

\*) Maihak

\*) Maihak

Sick

Siemens

Maihak

Perkin-Elmer

Perkin-Elmer

OPSIS AB

Wösthoff Messtechnik

\*) Hartmann & Braun

Maihak

Maihak

Maihak

Maihak

Hartmann & Braun

Hartmann & Braun

Hartmann & Braun

##### Bekanntgabe im GMBI

##### Jahr Nr. Seite

1985, 22, 448

1985, 22, 448

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1992, 45, 1140

1985, 22, 448

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

1990, 12, 232

\*) Das Gerät befindet sich nicht mehr im Lieferprogramm des Herstellers

**Messobjekt: Schwefeldioxid (Fortsetzung)**

**Geeignete Messeinrichtungen**

<b>Typ</b>	<b>Hersteller</b>	<b>Bekanntgabe im GMBI</b>
		<b>Jahr</b> <b>Nr.</b> <b>Seite</b>
RADAS 2 für NO u. SO <sub>2</sub>	Hartmann & Braun	1994, 28, 869
RADAS 2 mit Lampe EDL		1996, 42, 883
ENDA 1000	Horiba	1994, 28, 869
GM 30-02	Sick	1995, 7, 131
CEMAS NDIR	Hartmann & Braun	1995, 33, 702
		1996, 8, 188
GM 30-5	Sick	1995, 33, 702
GM 30-2	Sick	1995, 33, 702
GM 30-5 P	Sick	1995, 33, 702
GM 30-2 P	Sick	1995, 33, 702
URAS 4	Hartmann & Braun	1996, 28, 591
Advanced CEMAS FTIR	Hartmann & Braun	1996, 28, 592
MULTOR 610	Maihak	1996, 28, 593
		1996, 42, 882
MULTOR 610 für CO, NO, SO <sub>2</sub>	Maihak	1997, 29, 465
		1998, 1, 9
ENDA 600 für NO, SO <sub>2</sub> , CO, O <sub>2</sub>	Horiba	1996, 42, 882
GM 31-1	Sick	1997, 29, 464
GM 31-2 für SO <sub>2</sub> und NO	Sick	1997, 29, 464
XENTRA 4900 für SO <sub>2</sub> und NO	Servomex	1997, 29, 465
BINOS 1004 M für CO, SO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>	Fisher-Rosemount	1997, 29, 465
Advance Cemas-NDIR mit Uras 14 für CO, SO <sub>2</sub> , NO, O <sub>2</sub>	Hartmann & Braun	1998, 1, 9
Advance Optima Uras 14 für CO, SO <sub>2</sub> , NO, O <sub>2</sub>	Hartmann & Braun	1998, 1, 9
ULTRAMAT 23-7 MB233 für CO, NO, SO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>	Siemens	1998, 1, 9
testo 360-3 für CO, SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub>	Testo	1998, 45, 946
DEFOR 615 / 615 EX	Maihak	1999, 22, 445
NGA 2000 MLT 1 für SO <sub>2</sub> , NO, O <sub>2</sub>	Fisher-Rosemount	1999, 22, 445
NGA 2000 MLT 1 für SO <sub>2</sub> , NO, O <sub>2</sub>	Fisher-Rosemount	1999, 33, 720
NGA 2000 MLT 4 für CO, SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , und O <sub>2</sub>	Fisher-Rosemount	1999, 22, 446
MCS 100 CD für CO, SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub>	Bodenseewerk Perkin Elmer	1999, 22, 446
CEDOR für CO, SO <sub>2</sub> , NO, NH <sub>3</sub> , HCl, HO <sub>2</sub>	Maihak	1999, 22, 446
Ultramat 6 E/F, Oxymat 6 E/F und Ultramat/Oxymat 6 E/F für SO <sub>2</sub> , NO, CO, und O <sub>2</sub>	Siemens	1999, 22, 447
Ultramat 23-7MB für CO, SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub>	Siemens	1999, 22, 447
MCS 100 E HW für SO <sub>2</sub> , NO, CO, CO <sub>2</sub> , HCl, NH <sub>3</sub> , O <sub>2</sub> und H <sub>2</sub> O	Sick	1999, 33, 721
MCS 100 E PD SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , CO, CO <sub>2</sub> , HCl, O <sub>2</sub>	Sick	1999, 33, 721
AR 602 Z für SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , und NH <sub>3</sub>	OPSIS, Schweden	1999, 33, 721
AR 650 für HCl, CO und H <sub>2</sub> O	OPSIS, Schweden	1999, 33, 721
<u>Advance Optima Limas 11-UV</u> für NO, SO <sub>2</sub> und O <sub>2</sub>	ABB Automation	2000, 60, 1193

\*) Das Gerät befindet sich nicht mehr im Lieferprogramm des Herstellers

**Reinhaltung der Luft**  
Letzte Aktualisierung: 16.01.2001

**Eignungsgeprüfte kontinuierlich arbeitende Emissionsmesseinrichtungen**

Messobjekt: **Stickstoffoxide**

**Geeignete Messeinrichtungen**

**Typ**

Modell 951

RADAS 1 G

RADAS 1 E

Modell 2225

Ultramat 32

UNOR 4 N-NO

UNOR 6 N-NO

UNOR 6 N-F

NO-IR Binos

Ultramat 21 P/22 P

NO<sub>2</sub>-UV-Binos

NO<sub>x</sub>-Monitor 4000

Spectran 647 IR

URAS 3 G/K NO

UNOR 6 N NO

GM 30

Ultramat 5

CLD 700 El ht

MSI 5600

MCS 100 HW

MCS 100 CD

OPSIS AR 602-Z

RADAS 1 G m.NO-Kalibr.Kuvet.

RADAS 1 G mit Lampe EDL

UNOR 600

UNOR 610

UNOR 610 für CO, NO, SO<sub>2</sub>

URAS 10 E

URAS 10 P

BINOS 1004

ENDA 1000

**Hersteller/Vertrieb**

Beckmann/Rosemount

\*) Hartmann & Braun

\*) Hartmann & Braun

Measurex

\*) Siemens

\*) Maihak

Maihak

Maihak

Leybold/Rosemount

Siemens

Leybold/Rosemount

AEG

\*) Bodenseewerk Gerätetechnik

\*) Hartmann & Braun

Maihak

Sick

Siemens

ECO Physics AG

MSI Elektronik

Perkin-Elmer

Perkin-Elmer

Opsis AB

\*) Hartmann & Braun

Hartmann & Braun

Maihak

Maihak

Maihak

Hartmann & Braun

Hartmann & Braun

Rosemount

HORIBA

**Bekanntgabe  
im GMBI**

**Jahr** **Nr.** **Seite**

1990, 12, 234

1990, 12, 234

1993, 43, 863

1986, 34, 643

1995, 22, 449

1990, 12, 234

1985, 22, 450

1985, 22, 450

1990, 12, 235

1990, 12, 234

1990, 12, 234

1990, 12, 235

1990, 12, 235

1990, 12, 235

1990, 12, 235

1990, 12, 235

1990, 12, 235

1990, 12, 235

1990, 12, 235

1993, 43, 862

1992, 32, 794

1994, 28, 868

1992, 32, 794

1991, 37, 1047

1991, 37, 1047

1996, 42, 883

1991, 37, 1047

1992, 45, 1141

1996, 42, 883

1993, 26, 468

1993, 26, 468

1997, 29, 465

1998, 1, 9

1993, 26, 470

1993, 43, 863

1993, 26, 470

1993, 43, 863

1993, 43, 862

1994, 28, 868

1993, 43, 864

1994, 28, 868

\*) Das Gerät befindet sich nicht mehr im Lieferprogramm des Herstellers

Messobjekt: **Stickstoffoxide (Fortsetzung)**

<b>Geeignete Messeinrichtungen</b>		<b>Bekanntgabe im GMBI</b>		
<b>Typ</b>	<b>Hersteller/Vertrieb</b>	<b>Jahr</b>	<b>Nr.</b>	<b>Seite</b>
RADAS 2 für NO	Hartmann & Braun	1994,	28,	868
RADAS 2 mit Lampe EDL	Hartmann & Braun	1996,	42,	883
GM 30-02	Sick	1995,	7,	131
		1995,	33,	702
GM 30-5	Sick	1995,	33,	702
GM 30-5 P	Sick	1995,	33,	702
GM 30-2 P	Sick	1995,	33,	702
CEMAS NDIR	Hartmann & Braun	1995,	33,	702
		1996,	8,	189
CEMAS FTIR	Hartmann & Braun	1995,	33,	702
		1996,	8,	188
MULTOR 610	Maihak	1996,	28,	593
		1996,	42,	882
<u>MULTOR 610</u> für CO, NO, SO <sub>2</sub>	Maihak	1997,	29,	465
		1998,	1,	9
ENDA 600	Horiba	1996,	42,	882
OPSIS AR 602 Z	OPSIS	1996,	42,	882
OPSIS AR 650	OPSIS	1996,	42,	882
GM 31-4	Sick	1997,	29,	464
<u>GM 31-2</u> für SO <sub>2</sub> und NO	Sick	1997,	29,	464
<u>XENTRA 4900</u> für SO <sub>2</sub> u. NO	Servomex	1997,	29,	465
<u>Advance Cemas-NDIR mit Uras 14</u> für CO, SO <sub>2</sub> , NO, O <sub>2</sub>	Hartmann & Braun	1998,	1,	9
<u>Advance Optima Uras 14</u> für CO, SO <sub>2</sub> , NO, O <sub>2</sub>	Hartmann & Braun	1998,	1,	9
<u>ULTRAMAT 23-7MBR33</u> für CO, NO, SO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>	Siemens	1998,	1,	9
		1999,	22,	447
<u>FGA 950 E</u> für CO, NO, O <sub>2</sub>	Land Combustion	1998,	45,	947
<u>testo 360-3</u> für CO, SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>	Testo	1998,	45,	946
<u>NGA 200 CLD</u>	Fisher-Rosemount	1999,	22,	445
<u>NGA 2000 MLT1</u> für SO <sub>2</sub> , NO, O <sub>2</sub>	Fisher-Rosemount	1999,	22,	445
		1999,	...,	...
<u>NGA MLT 4</u> für CO, SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>	Fisher-Rosemount	1999,	22,	446
		1999,	...,	...
<u>CEDOR</u> für CO, SO <sub>2</sub> , NO, NH <sub>3</sub> , HCL, und H <sub>2</sub> O	Maihak	1999,	22,	446
<u>Ultramat 6E/F, Oxymat 5E/F und</u> <u>Ultramat/Oxymat 6 E/F</u> für CO, SO <sub>2</sub> , NO, O <sub>2</sub>	Siemens	1999,	22,	447
<u>MCS 100 E HW</u> für SO <sub>2</sub> , NO, CO, CO <sub>2</sub> , HCl, NH <sub>3</sub> , O <sub>2</sub> , und H <sub>2</sub> O	Sick	1999,	33,	721
<u>MCS 100 E PD</u> für SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , CO, CO <sub>2</sub> , HCl, O <sub>2</sub> ,	Sick	1999,	33,	720
<u>AR 602 Z</u> für SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> und NH <sub>3</sub>	OPSIS,	1999,	33,	721
<u>Advance Optima Limas 11-UV</u> für NO, SO <sub>2</sub> und O <sub>2</sub>	ABB Automation	2000,	60,	1193

\*) Das Gerät befindet sich nicht mehr im Lieferprogramm des Herstellers

**Reinhaltung der Luft**  
Letzte Aktualisierung: 30.11.1999

**Eignungsgeprüfte kontinuierlich arbeitende Emissionsmesseinrichtungen**

Messobjekt: **Kohlenmonoxid**

**Geeignete Messeinrichtungen**

<b>Typ</b>	<b>Hersteller/Vertrieb</b>	<b>Bekanntgabe im GMBI</b>		
		<b>Jahr</b>	<b>Nr.</b>	<b>Seite</b>
UNOR 5 N-CO	*) Maihak	1985,	22,	450
URAS 3 G	Hartmann & Braun	1990,	12,	235
URAS 3 E	*) Hartmann & Braun	1990,	12,	235
Ultramat 1	*) Siemens	1985,	22,	451
Ultramat 2	*) Siemens	1985,	22,	451
Ultramat 32	*) Siemens	1985,	22,	451
UNOR 6 N-CO	Maihak	1990,	12,	236
UNOR 6 N-F	Maihak	1990,	12,	236
CO-IR Binos	Leybold/Rosemount	1990,	12,	236
CO-IR Berlina	Leybold/Auergesellschaft	1990,	12,	236
URAS 3 K/Magnos 3 K	*) Hartmann & Braun	1990,	12,	236
Ultramat 21 P/22 P	Siemens	1990,	12,	236
IR Mod. 864	Beckmann/Rosemount	1990,	12,	236
Infralyt 1210	VEB Junkalor/Afriso-Euro Index	1990,	12,	237
Spectran 647 IR	*) Bodenseewerk Gerätetechnik			
Ultramat 5	Siemens	1990,	12,	237
URAS 3 G	Hartmann & Braun	1993,	43,	863
Sick GM 900/Modell 9200	Sick	1991,	20,	526
MSI 5600	MSI Elektronik	1992,	32,	794
MCS 100 HW	Perkin-Elmer	1991,	37,	1047
MCS 100 CD	Perkin-Elmer	1991,	37,	1047
UNOR 600	Maihak	1993,	26,	468
UNOR 610	Maihak	1993,	26,	469
UNOR 610 für CO, NO, SO <sub>2</sub>	Maihak	1997,	29,	465
URAS 10 E	Hartmann & Braun	1998,	1,	9
URAS 10 P	Hartmann & Braun	1993,	26,	470
URAS 4	Hartmann & Braun	1993,	43,	863
ENDA 1000	HORIBA	1993,	43,	864
Infralyt 1210/1211	Junkalor	1994,	28,	869
CEMAS NDIR	Hartmann & Braun	1995,	33,	701
CEMAS FTIR	Hartmann & Braun	1995,	33,	702
OPYSIS AR 650	OPSIS AB	1996,	8,	188
		1996,	28,	592

\*) Das Gerät befindet sich nicht mehr im Lieferprogramm des Herstellers

Messobjekt: **Kohlenmonoxid (Fortsetzung)**

**Geeignete Messeinrichtungen**

**Typ**

MULTOR 610

MULTOR 610 für CO, NO, SO<sub>2</sub>

XENTRA 4900

GM 910

BINOS 100 M für CO, O<sub>2</sub>

UNOR 611 für CO, O<sub>2</sub>

OPSIS AR 650

ENDA 600 für NO, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>2</sub>

CEMAS FTIR

BINOS 1004 M für CO, SO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>

Advance Cemas-NDIR mit Uras 14  
für CO, SO<sub>2</sub>, NO, O<sub>2</sub>

Advance Optima Uras 14 für CO, SO<sub>2</sub>, NO, O<sub>2</sub>

ULTRAMAT 23-7MBR33 für CO, NO, SO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>

testo 360-3 für CO, SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>

FGA 950 E für CO, NO, O<sub>2</sub>

NGA 2000 MLT 4 für SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>2</sub>

NGA 2000 MLT 4 für SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>2</sub>

CEDOR für SO<sub>2</sub>, NO, CO, NH<sub>3</sub>, HCl, H<sub>2</sub>O

Ultramat 6E/F, Oxymat 6E/F und Ultramat/Oxymat 6E/F für SO<sub>2</sub>, CO, NO, O<sub>2</sub>

MCS 100 E HW

für SO<sub>2</sub>, CO, NO, O<sub>2</sub>, HCl, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>

MCS 100 E PD

für SO<sub>2</sub>, CO, NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, HCl, CO<sub>2</sub>

AR 650 für HCl, CO, H<sub>2</sub>O

**Hersteller/Vertrieb**

Maihak

Maihak

Servomex

Sick

Fisher-Rosemount

Maihak

OPSIS

Horiba

Hartmann & Braun

Fisher-Rosemount

Hartmann & Braun

Hartmann & Braun

Siemens

Testo

Land Combustion

Fisher-Rosemount

Fisher-Rosemount

Maihak

Siemens

Sick

Sick

OPSIS, Schweden

**Bekanntgabe im GMBI**

**Jahr** **Nr.** **Seite**

1996, 28, 593

1996, 42, 883

1997, 29, 465

1998, 1, 9

1996, 28, 593

1996, 42, 883

1996, 42, 883

1996, 42, 883

1996, 42, 882

1996, 42, 883

1995, 33, 702

1996, 8, 188

1997, 29, 465

1998, 1, 9

1998, 1, 9

1998, 1, 9

1998, 45, 946

1998, 45, 947

1999, 22, 446

1999, .., ...

1999, 22, 446

1999, 22, 447

1999, 33, 720

1999, 33, 721

1999, 33, 721

\*) Das Gerät befindet sich nicht mehr im Lieferprogramm des Herstellers

## Reinhaltung der Luft

Letzte Aktualisierung: 14.07.2000

### Eignungsgeprüfte kontinuierlich arbeitende Emissionsmesseinrichtungen

#### Messobjekt: Anorganische gasförmige Chlorverbindungen

##### Geeignete Messeinrichtungen

Typ	Hersteller/Vertrieb	Bekanntgabe im GMBl	Jahr	Nr.	Seite
Sensimeter G	*) Bran + Luebbe	1990, 12, 237			
Spektran 677 IR	Bodenseewerk Perkin-Elmer	1990, 12, 237			
ECOMETER HCl (0-2000 mg/m <sup>3</sup> )	Bran + Luebbe	1990, 12, 238			
ECOMETER HCl (0- 200 mg/m <sup>3</sup> )	Bran + Luebbe	1990, 12, 238			
Mikrogas HCl	Wösthoff Messtechnik	1990, 12, 238			
ECOMETER HCl mit Microcomputer AC 85	Bran + Luebbe	1991, 37, 1045			
MCS 100 HW	Perkin-Elmer	1991, 37, 1047			
		1994, 28, 870			
Mikrogas HCl/SO <sub>2</sub> Typ MSE	Wösthoff Messtechnik	1992, 45, 1142			
		1993, 43, 864			
Monitor 90 Ecometer (HCl)	Bran + Luebbe	1995, 7, 131			
CEMAS FTIR	Hartmann & Braun	1995, 33, 702			
OPSIS AR 650	OPSIS AB	1996, 28, 592			
		1996, 42, 882			
1015 (15C/EGC100)	Ysselbach	1996, 42, 881			
<u>CEDOR</u> für SO <sub>2</sub> , NO, CO, NH <sub>3</sub> , HCl, H <sub>2</sub> O	Maihak	1999, 22, 446			
Lasergas Monitor HCl	Norsk Elektro Optikk AIS, Norwegen	1999, 33, 719			
<u>MCS 100 E HW</u> für SO <sub>2</sub> , NO, CO, CO <sub>2</sub> , HCl, NH <sub>3</sub> , O <sub>2</sub> und H <sub>2</sub> O	Sick	1999, 33, 720			
<u>MCS 100 E PD</u> für SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , CO, CO <sub>2</sub> , HCl, O <sub>2</sub>	Sick	1999, 33, 721			
<u>AR 650</u> für HCl, CO und H <sub>2</sub> O	OPSIS, Schweden	1999, 33, 721			
Laser Gas Monitor HCl	Norsk Elektro Optik / Bernt	2000, 22, 444			

## Reinhaltung der Luft

Letzte Aktualisierung: 30.11.1999

### Eignungsgeprüfte kontinuierlich arbeitende Emissionsmesseinrichtungen

#### Messobjekt: Anorganische gasförmige Fluorverbindungen

##### Geeignete Messeinrichtungen

Typ	Hersteller/Vertrieb	Bekanntgabe im GMBl	Jahr	Nr.	Seite
Sensimeter G	*) Bran + Luebbe	1990, 12, 237			
COMPUR Ionotox HF *	Bayer Diagnostic	1990, 20, 399			
Monitor 90 Ecometer	Bran + Luebbe	1996, 8, 188			

\*) Das Gerät befindet sich nicht mehr im Lieferprogramm des Herstellers

## Reinhaltung der Luft

Letzte Aktualisierung: 30.11.1999

### Eignungsgeprüfte kontinuierlich arbeitende Emissionsmesseinrichtungen

Messobjekt: **Schwefelwasserstoff**

#### Geeignete Messeinrichtungen

**Typ**

Monocolor 1001

**Hersteller/Vertrieb**

\*) Maihak

**Bekanntgabe  
im GMBI**

**Jahr Nr. Seite**  
1985, 22, 451

## Reinhaltung der Luft

Letzte Aktualisierung: 30.11.1999

### Eignungsgeprüfte kontinuierlich arbeitende Emissionsmesseinrichtungen

Messobjekt: **Phenol**

#### Geeignete Messeinrichtungen

**Typ**

OPSIS AR 602 Z

**Hersteller/Vertrieb**

OPSIS AB

**Bekanntgabe  
im GMBI**

**Jahr Nr. Seite**  
1994, 28, 869

## Reinhaltung der Luft

Letzte Aktualisierung: 30.11.1999

### Eignungsgeprüfte kontinuierlich arbeitende Emissionsmesseinrichtungen

Messobjekt: **Formaldehyd**

#### Geeignete Messeinrichtungen

**Typ**

OPSIS AR 602 Z

**Hersteller/Vertrieb**

OPSIS AB

**Bekanntgabe  
im GMBI**

**Jahr Nr. Seite**  
1994, 28, 869  
1998, 1, 8

\*) Das Gerät befindet sich nicht mehr im Lieferprogramm des Herstellers

**Reinhaltung der Luft**  
Letzte Aktualisierung: 16.01.2001

**Eignungsgeprüfte kontinuierlich arbeitende Emissionsmesseinrichtungen**

Messobjekt: **Organische Verbindungen als Gesamt-C**

**Geeignete Messeinrichtungen**

<b>Typ</b>	<b>Hersteller/Vertrieb</b>	<b>Bekanntgabe im GMBI</b>
<b>Jahr</b>	<b>Nr.</b>	<b>Seite</b>
KM 2-CnHm-Em-ADOS	ADOS	1990, 12, 238
FIDAMAT I	Siemens	1990, 12, 238
FIDAMAT K	Siemens	1990, 12, 238
FIDAS 2 T	*) Hartmann & Braun	1990, 12, 239
BA 3004	Bernath Atomic	1990, 12, 239
BA 3001	Bernath Atomic	1990, 12, 239
FIDAS 2 T (0-50 mg/m <sup>3</sup> )	*) Hartmann & Braun	1990, 12, 239
Compur FID	Bayer Diagnostic/Hartmann & Braun	1990, 12, 239
FIDAS 3 E	Hartmann & Braun	1990, 12, 239
BA 3002 RC	Bernath Atomic	1992, 45, 1141
BA 3006	Bernath Atomic	1996, 8, 188
FID VE 7	J.U.M. Engineering	1990, 34, 860
FIDAMAT K-M 52044-A10	*) Siemens	1990, 34, 861
TESTA FID 123	TESTA	1992, 45, 1141
Compur Multi-FID 100 E 17	Bayer Diagnostic/Hartmann & Braun	1992, 45, 1141
Compur Multi-FID 100 FE 17 (ohne Entnahmeeleitung)	Bayer Diagnostic/Hartmann & Braun	1992, 45, 1141
Compur MICRO-FID 100	Hartmann & Braun	1993, 43, 863
RS 55 T	Ratfisch Analysensysteme	1994, 28, 868
FIDAMAT 5 E	Siemens	1995, 33, 702
FID 123, 123 I, 3001 W	TESTA	1996, 28, 591
FID 3-200, FID 3-300 A	J.U.M.	1996, 28, 591
Thermo FID	Mess- u. Anlagentechnik	1997, 29, 464
Advance Optima Multi FID-14	Hartmann & Braun	1998, 20, 418
NGA 2000 TFID	Fisher-Rosemount	1999, 33, 720
FID 2010 T, FID 1230 Modul	TESTA	2000, 60, 1193

\*) Das Gerät befindet sich nicht mehr im Lieferprogramm des Herstellers

## Reinhaltung der Luft

Letzte Aktualisierung: 30.11.1999

### Eignungsgeprüfte kontinuierlich arbeitende Emissionsmesseinrichtungen

Messobjekt: Ammoniak

#### Geeignete Messeinrichtungen

##### Typ

Sensimeter G  
COMPUR Ionotox HF \*)  
Monitor 90 Ecometer

##### Hersteller/Vertrieb

\*) Bran + Luebbe  
Bayer Diagnostic  
Bran + Luebbe

##### Bekanntgabe im GMBI

Jahr	Nr.	Seite
1990,	12,	237
1990,	20,	399
1996,	8,	188

## Reinhaltung der Luft

Letzte Aktualisierung: 16.01.2001

### Eignungsgeprüfte kontinuierlich arbeitende Emissionsmesseinrichtungen

Messobjekt: Quecksilber

#### Geeignete Messeinrichtungen

##### Typ

OPSIS AR 602 Z

##### Hersteller/Vertrieb

OPSIS AB

##### Bekanntgabe im GMBI

Jahr	Nr.	Seite
1994,	289,	869
1996,	42,	882
1995,	7,	101
1998,	20,	418
1996,	28,	592
1996,	28,	592
1996,	28,	592
1999,	33,	720
2000,	60,	1193
2000,	60,	1193

HG MAT II

HGMAT 2.1

HM 1400

HG 2000

MERCSEM

SM 3 Quecksilbermonitor

Seefelder Messtechnik

Seefelder Messtechnik

VEREWA

SEMTECH AB

Bodenseewerk Perkin-Elmer

Mercury Instrument und IMT

Innovative Messtechnik

Hg 2010

SEMTECH AB

Hg-CEM

Seefelder Messtechnik

\*) Das Gerät befindet sich nicht mehr im Lieferprogramm des Herstellers

**Reinhaltung der Luft**  
Letzte Aktualisierung: 16.01.2001

**Eignungsgeprüfte kontinuierlich arbeitende Emissionsmesseinrichtungen**

Messobjekt: **Sauerstoff**

**Geeignete Messeinrichtungen**

**Typ**

Servomex OA 540/540 E

Servomex 700 B

Magnos 3/3 K \*)

Oxymat 5

DIRAS 218

Magnos 6 G

LS1/LU2

MSI 5600

OXITEC SME-11

Oxor 6 N/600

Oxor 610

Helox 3

Oxygor 6 N

OXYNOS 100

LS1/LU2 (In situ)

PMA 30

PMA 10/20

DIRAS 500/2250/2251

URAS 10 E

ENDA 1000

EXA OXY Modell ZA 8

O<sub>2</sub>-Analysensystem Modell 3000

ZFG 2/ZMT

OXITEC SME 3 (insitu), und OXITEC 500 SME 3 (extraktiv)

CEMAS NDIR

ZIROX-K 10

Multor 610

XENTRA 4900

BINOS 1004 M für CO, SO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>

Thermox WDG-IV

Thermox WDG-HP/II

Advance Optima Magnos 16

Advance Cemas-NDIR mit Uras 14  
für CO, SO<sub>2</sub>, NO, O<sub>2</sub>

Advance Optima Uras 14 für CO, SO<sub>2</sub>, NO, O<sub>2</sub>

ULTRAMAT 23-7MBR33 für CO, NO, SO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>

LS1/LT1

FGA 950 E für CO, NO, O<sub>2</sub>

**Hersteller/Vertrieb**

Bühler Mess- und Regeltechnik

Bühler Mess- und Regeltechnik

Hartmann & Braun

Siemens

Westinghouse/Rosemount

Hartmann & Braun

Asea Brown Boveri

MSI Elektronik

ENOTEC

Maihak

Maihak

MBE Elektronik

Maihak

Rosemount

Asea Brown Boveri

M & C Products Analysentechnik

M & C Products Analysentechnik

Westinghouse Controlmatic

Hartmann & Braun

HORIBA

Yokogawa Deutschland

Rosemount

ABB Kent-Taylor

ENOTEC

Hartmann & Braun

ZIROX Sensoren & Elektronik

Maihak

Servomex

Fisher-Rosemount

AMETEK

AMETEK

Hartmann & Braun

Hartmann & Braun

Hartmann & Braun

Siemens

Siemens

LAMTEC

Land Combustion

**Bekanntgabe im GMBI**

**Jahr** **Nr.** **Seite**

1990, 12, 239

1990, 12, 239

1990, 12, 240

1990, 12, 240

1990, 20, 400

1990, 34, 861

1990, 20, 526

1992, 32, 794

1992, 32, 795

1992, 32, 795

1992, 32, 795

1992, 32, 795

1992, 32, 795

1992, 32, 795

1991, 37, 1046

1992, 45, 1142

1992, 45, 1142

1992, 45, 1142

1993, 26, 470

1993, 43, 863

1993, 43, 864

1994, 28, 869

1993, 43, 864

1993, 43, 864

1994, 28, 870

1994, 28, 870

1995, 33, 702

1996, 8, 189

1995, 33, 702

1996, 28, 593

1996, 42, 882

1996, 28, 593

1997, 29, 465

1997, 29, 465

1997, 29, 465

1997, 29, 465

1998, 1, 9

1998, 1, 9

1998, 1, 9

1999, 22, 447

1998, 20, 419

1998, 45, 947

**Messobjekt: Sauerstoff (Fortsetzung)**

**Geeignete Messeinrichtungen**

<b>Typ</b>	<b>Hersteller/Vertrieb</b>	<b>Bekanntgabe im GMBl</b>
<b>Jahr</b>	<b>Nr.</b>	<b>Seite</b>
Oxy Sys 2200	Marathon Monitors	1998, 45, 947
<u>testo 360-3</u> für CO, SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>	Testo	1998, 45, 946
<u>NGA 2000 MLT 1</u> für SO <sub>2</sub> , NO, und O <sub>2</sub>	Fisher-Rosemount	1999, 22, 465
<u>NGA 2000 MLT 1</u> für SO <sub>2</sub> , NO, und O <sub>2</sub>	Fisher-Rosemount	1999, 33, 720
<u>NGA 2000 MLT 4</u> für SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , CO, und O <sub>2</sub>	Fisher-Rosemount	1999, 22, 466
<u>NGA 2000 MLT 4</u> für SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , CO, und O <sub>2</sub>	Fisher-Rosemount	1999, 33, 720
<u>Ultramat 6E/F, Oxymat 6 E/F und Ultramat/</u> <u>Oxymat 6 E/F</u> für SO <sub>2</sub> , NO, CO, O <sub>2</sub>	Siemens	1999, 22, 467
OXYGEN MONITOR O2000 mit Sonde Modell 502	OPSIS, Schweden	1999, 22, 447
Konverter ZRM mit Detektor ZFK	Fuji Electric, Japan	1999, 22, 447
Konverter ZRY mit Detektor ZFK	Fuji Electric, Japan	1999, 33, 722
<u>MCS 100 E HW</u> für SO <sub>2</sub> , NO, CO, CO <sub>2</sub> , HCl, NH <sub>3</sub> , O <sub>2</sub> , und H <sub>2</sub> O	Sick	1999, 33, 720
<u>MCS 100 E PD</u> für SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , CO, CO <sub>2</sub> , HCl, O <sub>2</sub> ,	Sick	1999, 33, 721
XENDOS 2700	Servomex	1999, 33, 722
Analysator 570 A	Servomex	1999, 33, 722
Analysator ZDT mit Sonde ZFG 2	ABB Instrumentation, UK	1999, 33, 722
Oxitec 5000 / SME 5	Enotec	2000, 22, 444
<u>Advance Optima Limas 11-UV</u> für NO, SO <sub>2</sub> und O <sub>2</sub>	ABB Automation	2000, 60, 1193
AMS 3220	AMS	2000, 60, 1194
g 1200	Land Combustion	2000, 60, 1194

**Reinhaltung der Luft**  
Letzte Aktualisierung: 30.11.1999

**Eignungsgeprüfte kontinuierlich arbeitende Emissionsmesseinrichtungen**

**Messobjekt: Feuchte**

**Geeignete Messeinrichtungen**

<b>Typ</b>	<b>Hersteller/Vertrieb</b>	<b>Bekanntgabe im GMBl</b>
<b>Jahr</b>	<b>Nr.</b>	<b>Seite</b>
Hygrophil-h 4220 PO25	Ultrakust electronic	1991, 20, 526
MCS 100 HW	Perkin-Elmer	1991, 37, 1047
OPSIS AR 602 Z	OPSIS AB	1994, 28, 870
ZA 8 F	Yokogawa	1993, 26, 470
CEMAS FTIR	Hartmann & Braun	1996, 42, 882
OPSIS AR 650	OPSIS AB	1994, 28, 870
<u>CEDOR</u> für SO <sub>2</sub> , NO, CO, NH <sub>3</sub> , HCl, H <sub>2</sub> O	Maihak	1995, 33, 702
<u>MCS 100 E HW</u> für SO <sub>2</sub> , NO, CO, CO <sub>2</sub> , HCl, NH <sub>3</sub> , O <sub>2</sub> , und H <sub>2</sub> O	Sick	1996, 8, 188
<u>OPSIS AR 650</u> für HCl, CO und H <sub>2</sub> O	OPSIS AB, Schweden	1996, 28, 592
		1996, 42, 882
		1999, 22, 446
		1999, 33, 720
		1999, 33, 721

\*) Das Gerät befindet sich nicht mehr im Lieferprogramm des Herstellers

## Reinhaltung der Luft

Letzte Aktualisierung: 16.01.2001

### Eignungsgeprüfte kontinuierlich arbeitende Emissionsmesseinrichtungen

Messobjekt: **Abgasvolumenstrom**

#### Geeignete Messeinrichtungen

##### Typ

Annubar ANR 75/ANF 86  
VMA 2  
ITABAR IBF 100  
Annubar DCR/DFF  
UNIBAR UBF 100  
Vortex VA  
FCI-MT 86  
LPS-E  
SDF Durchflusssonde SDF-22/SDF-50-plus  
smar LD 301bzw. Siemens SITRANS/P  
SENSYFLOW VT 2  
FLOWSIC 101/102  
VELOS 500  
Deltaflow DF 25 u. DF 50  
D-FL 100  
Itabar-IBF 100  
PFM 97 für Staub und Abgasvolumenstrom  
PFM 97 W für Staub und Abgasgeschwindigkeit  
FLOWSIC 106  
FLOWSIC 107  
D-FI 200

##### Hersteller/Vertrieb

Dr. Rotert/Bestobell Mobrey  
Sick  
Intra-Automation  
Dr. Rotert/Bestobell Mobrey  
Unimess  
Höntzsch Instruments  
KWW-DEPA-VIA  
Becker-Verfahrenstechnik  
S.K.I. Schlegel & Kremer  
SENSYCON Hartmann & Braun  
Sick  
Sick  
Systec Controls Mess- u. Regeltechn.  
DURAG  
INTR-AUTOMATION  
Födisch  
Födisch  
Sick Engineering  
Sick Engineering  
DURAG

##### Bekanntgabe im GMBI

Jahr	Nr.	Seite
1990	12	240
1990	12	240
1990	12	240
1990	12	240
1992	32	795
1992	32	795
1993	26	470
1993	26	469
1993	43	864
1995	33	702
1996	28	593
1996	28	593
1996	28	593
1996	42	883
1998	1	10
1998	45	947
2000	22	444
2000	60	1193
2000	60	1194
2000	60	1194

## Reinhaltung der Luft

Letzte Aktualisierung: 16.01.2001

### Eignungsgeprüfte kontinuierlich arbeitende Emissionsmesseinrichtungen

Messobjekt: **Mindesttemperatur**

#### Geeignete Messeinrichtungen

##### Typ

Strahlungspyrometer KT 15.69  
Strahlungspyrometer KT 19.69

##### Hersteller/Vertrieb

Heitronics Infrarot Messtechnik  
Heitronics Infrarot Messtechnik

##### Bekanntgabe im GMBI

Jahr	Nr.	Seite
2000	60	1194
2000	60	1194

\*) Das Gerät befindet sich nicht mehr im Lieferprogramm des Herstellers

## Reinhaltung der Luft

Letzte Aktualisierung: 30.11.1999

### Eignungsgeprüfte elektronische Systeme zur Auswertung kontinuierlicher Emissionsmesseinrichtungen

#### Geräte: Einfache Klassiergeräte

##### Geeignete Geräte

Typ	Hersteller/Vertrieb	Bekanntgabe im GMBI
Jahr	Nr.	Seite
D-IG 260	*) DURAG	1990, 12, 241
MI-1	*) Sick	1990, 12, 245
MR 2	*) Sick	1990, 12, 241

## Reinhaltung der Luft

Letzte Aktualisierung: 16.01.2001

### Eignungsgeprüfte elektronische Systeme zur Auswertung kontinuierlicher Emissionsmesseinrichtungen

#### Geräte: Klassiergeräte mit Bezugswertrechner

##### Geeignete Geräte

Typ	Hersteller/Vertrieb	Bekanntgabe im GMBI
Jahr	Nr.	Seite
D-MS 385	*) DURAG	1990, 12, 241
MEAC 1A	Maihak	1990, 12, 241
EDAS-R und EDAS-K	NIS Ingenieurgesellschaft	1990, 12, 241
MR-3	Sick	1990, 12, 241
MEVAS	Sick	1991, 37, 1046
SAE	*) Siemens	1990, 12, 241
ZEUS	Rheinisch Westfälisches Elektrizitätswerk	1990, 12, 242
IMSR 7300	*) Gefec Computertechnik	1995, 33, 703
856, 1	Hentschel System	1990, 12, 245
SEMAS	Industrie Electronic Schmitz	1990, 12, 241
D-MS 285	DURAG	1990, 12, 242
MR 4	Sick	1993, 26, 470
TALAS	NIS Ingenieurgesellschaft	1990, 12, 241
MEAC 1 AS	Maihak	1990, 20, 400
MACS 1	Maihak	1992, 32, 796
ZEUS II	Nukem	1990, 34, 861
SEMAS 2000	Industrie Electronic Schmitz	1991, 20, 526
EMR	Gesytac	1993, 26, 470
MEAC 1 A-M/1 AS-M	Maihak	1993, 43, 865
TALAS/e	NIS Ingenieurgesellschaft	1993, 43, 865
D-MS 500	DURAG	1995, 33, 703
ADOS EUR 196	Ados Mess- und Regeltechnik	1996, 42, 885

#### Geräte: Klassiergeräte mit Bezugswertrechner (Fortsetzung)

**Geeignete Geräte**

**Typ**

MEAC 2000  
TALAS/e in Verbindung mit EmNet/s- bzw.  
EmNet/c-Modulen  
ADOS EUR 196  
SEMAS 2000 EFÜ-System  
D-MS 285 mit D-EFÜ-Modul  
D-MS 500 mit D-EFÜ-Modul  
MEVAS-PC  
TALAS/net  
RAY/2000/1

**Hersteller/Vertrieb**

Maihak  
NIS Ingenieurgesellschaft  
Ados Mess- und Regeltechnik  
Industrie Electronic Schmitz  
DURAG  
DURAG  
UMEG  
NIS  
Rayen Intec

**Bekanntgabe  
im GMBI**

<b>Jahr</b>	<b>Nr.</b>	<b>Seite</b>
1998,	18,	419
1998,	20,	419
1998,	45,	947
1998,	45,	947
1998,	45,	948
1998,	45,	948
1998,	45,	948
2000,	60,	1195
2000,	60,	1195

**Reinhaltung der Luft**  
Letzte Aktualisierung: 05.10.1998

**Eignungsgeprüfte elektronische Systeme zur Auswertung kontinuierlicher  
Emissionsmesseinrichtungen**

**Geräte: Telemetrische Überwachung**

**Geeignete Geräte**

**Typ**

EFÜ  
D-FEÜ/D-EVA  
MEVAS-PC  
MEVAS-PC mit DATA 800  
TALAS/e in Verbindung mit EFÜ/s bzw. EFÜ/c  
MEAC 2000

**Hersteller/Vertrieb**

GTÜ  
DURAG  
UMEG  
UMEG  
NIS Ingenieurgesellschaft  
Maihak

**Bekanntgabe  
im GMBI**

<b>Jahr</b>	<b>Nr.</b>	<b>Seite</b>
1994,	28,	870
1995,	33,	703
1996,	28,	594
1998,	1,	10
1995,	33,	703
1996,	8,	189
1996,	28,	593
1996,	42,	884
1998,	20,	419

\*) Das Gerät befindet sich nicht mehr im Lieferprogramm des Herstellers

## **9 Anhang 3: Gerätepräsentationen der Gerätehersteller**

Die Präsentation enthält Datenblätter der Gerätehersteller. Die Datenblätter sind einheitlich wie folgt gegliedert:

1. Anwendungsbereich
2. Aufbau und Arbeitsweise
3. Technische Daten
  - 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung
  - 3.2 Weitere technische Daten

In der Präsentation enthalten sind aktuelle, am Markt verfügbare Messeinrichtungen ohne Anpruch auf Vollständigkeit.

Für den Inhalt der Gerätepräsentationen sind die Gerätehersteller verantwortlich.





## 1. Anwendungsbereich

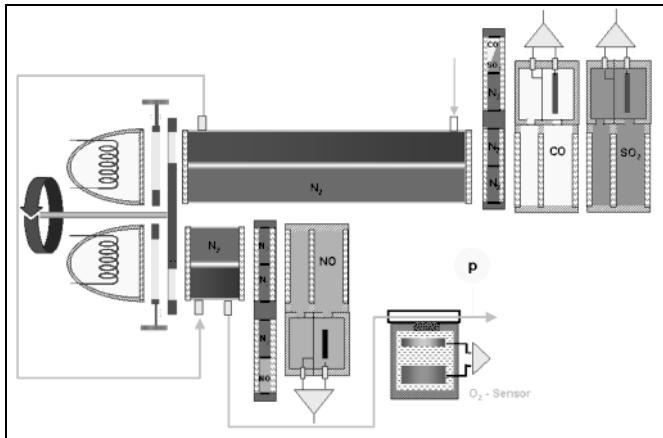
Typische Einsatzgebiete von Advance Optima mit Analysatormodul Uras 14 sind unter anderem die Emissionsüberwachung, die Feuerungsführung sowie bei Steuerungen / Optimierungen von Reinigungsprozessen. Uras 14 erfüllt im Kraftwerksbereich die behördlichen Auflagen, die mit der 17. BImSchV, 13. BImSchV und TA-Luft gefordert werden. Weitere Anwendungsmöglichkeiten finden sich bei der Überwachung prozeßbedingter verfahrenstechnischer Messkomponenten in der chemischen Industrie sowie bei Sicherheitsüberwachungen z.B. auf Deponien. Eine Ausführung mit druckfester Kapsel ermöglicht den Einsatz im Ex-Bereich, Zone 1 und 2.

## 2. Aufbau und Arbeitsweise

Advance Optima ist ein modulares Geräteprogramm, das auf Analysatormodulen mit unterschiedlichen Messprinzipien basiert. Das Analysatormodul Uras 14, ein kontinuierlich arbeitendes NDIR-Betriebsfotometer,

mißt selektiv die Konzentration von bis zu vier Messkomponenten. Kernstück sind die gasgefüllten optopneumatischen Strahlungsempfänger, die applikationsbezogen optimiert wurden. So konnte die Empfindlichkeit erhöht, die Palette von Messkomponenten erweitert sowie die Störgaseinflüsse reduziert werden. Das Füllgas dieser Strahlungsempfänger entspricht der jeweiligen Messkomponente, wodurch eine optimale Empfindlichkeit und hohe Selektivität gegenüber anderen Gaskomponenten im Messgas erreicht wird. Durch seinen messtechnischen Aufbau realisiert Uras 14 auch kleinste Messbereiche. Integrierte, gasgefüllte Kalibrirküvetten ermöglichen den Betrieb ohne Prüfgasflaschen. Dadurch werden Betriebs- und Wartungskosten stark reduziert. Mittels elektrochemischen Sensors kann zusätzlich Sauerstoff gemessen werden.

Neben der Messtechnik überzeugt Advance Optima durch das einheitliche Gerätekonzept, die einheitliche Bedienphilosophie, das Konzept der Multianalysatoren-Systeme und das Kommunikations- und Netzwerkkonzept.



### 3. Technische Daten

#### 3.1. Daten aus der Eignungsprüfung

##### Kleinste geprüfte Messbereiche:

CO	0...75 mg/m <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	0...75 mg/m <sup>3</sup>
NO	0...200 mg/m <sup>3</sup>
O <sub>2</sub>	0...10 /25 Vol.-%

##### Verfügbarkeit:

> 98 % über einen Zeitraum von 3 Monaten für zwei unabhängige Systeme mit Messgasaufbereitung

##### Wartungsintervalle:

1 Woche

##### Nachweisgrenze:

CO	≤ 0,2 % des MBE
SO <sub>2</sub>	≤ 0,4 % des MBE
NO	≤ 0,3 % des MBE
O <sub>2</sub>	≤ 0,1 Vol-% O <sub>2</sub>

##### Beeinflussung des Messsignals durch barometrische Luftdruckschwankungen:

< 0,2 % vom MBE pro 1 % Luftdruckänderung

##### Beeinflussung des Messsignals durch Änderung des Probengasdurchflusses:

O<sub>2</sub>: < 0,2 % des MBE pro 10 l/h  
CO, SO<sub>2</sub>, NO: keine Beeinflussung

##### Zulässiger Umgebungstemperaturbereich:

+5 °C bis +40 °C

##### Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes:

für O<sub>2</sub> ≤ ± 0,2 Vol.-% pro 10 K Diff.  
für CO, SO<sub>2</sub>, NO: ≤ ± 2 % vom MBE pro 10 K Diff.

##### Temperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit:

für O<sub>2</sub> ≤ ± 0,2 Vol.-% pro 10 K Diff.  
für CO, SO<sub>2</sub>, NO: ≤ ± 3 % vom Sollwert pro 10 K Diff.

##### Einstellzeit (90%-Zeit): ≤ 10 sec

(einstellbar 1...60 sec)

##### Querempfindlichkeit:

Die Summe aller Querempfindlichkeiten der genannten Komponenten beträgt gegenüber SO<sub>2</sub>, NO, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO und H<sub>2</sub>O mit typischen Rauchgaskonzentrationen < 4 % des Messbereichs

##### Drift:

Mit interner automatischer Kalibrierung des Nullpunkts mit Umgebungsluft (Intervall 24 h) und des Endpunktes mit Kalibrierküvetten (Intervall wöchentlich):

Nullpunkt-Drift: < 2 % der Messspanne pro Jahr  
Endpunkt-Drift: < 4 % vom Sollwert pro Jahr  
Die Überprüfung der automatischen Kalibriereinrichtung für Null- und Endpunkt muß einmal pro Jahr erfolgen.

### 3.2. Weitere technische Daten

##### Energieversorgung:

85...115...140 V AC, 185...230...250 V AC

##### Leistungsaufnahme:

max. 250 VA für eine Zentraleinheit mit 5 I/O-Karten und einem Analysatormodul

##### Aufbau:

wahlweise 19-Zoll-Gehäuse oder Wandgehäuse



### 1. Anwendungsbereich

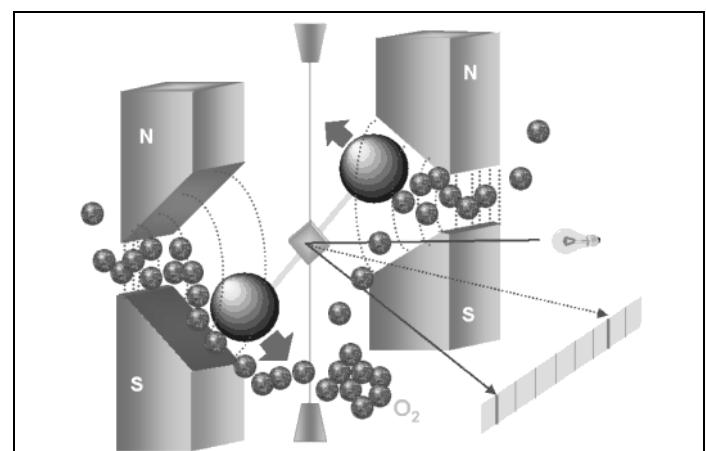
Typische Einsatzgebiete von Advance Optima mit Analysatormodul Magnos 16 sind z. B. die Reinheitsmessung von Sauerstoff, die Prozeßgasmessung und die Inertisierung. Für die Emissionsmesstechnik erfüllt er die Anforderungen der TA-Luft, 13. BImSchV und 17. BImSchV. Durch seine frei einstellbaren Messbereiche sowie die Realisierung stark unterdrückter Messbereiche kann der Analysator weiterhin einfach an spezielle Messaufgaben angepaßt werden. Auch sicherheitsrelevante Messungen sind kein Problem, eine Überwachung des Messkammerdurchflusses stellt sicher, daß immer die aktuelle Sauerstoffkonzentration gemessen wird. Eine Ausführung mit druckfester Kapsel ermöglicht den Einsatz im Ex-Bereich, Zone 1 und 2.

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

Advance Optima ist ein modulares Geräteprogramm, das auf Analysatormodulen mit unterschiedlichen Messprinzipien basiert. Das Analysatormodul Magnos 16 bestimmt mittels des magnetomechanischen Messprinzips den Sauerstoffgehalt. Das Messverfahren dieses Analysatormoduls basiert auf dem spezifischen para-

magnetischen Verhalten des Sauerstoffes. Das Analysatormodul überzeugt durch eine kleine T90-Zeit. Eine Kalibrierung des Nullpunktes erfolgt nur einmal im Monat direkt mit Luft oder N<sub>2</sub>.

Neben der Messtechnik überzeugt Advance Optima durch das einheitliche Gerätekonzept, die einheitliche Bedienphilosophie, das Konzept der Multianalysatorsysteme und das Kommunikations- und Netzwerkkonzept.



### 3. Technische Daten

#### 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung

##### Geprüfte Messbereiche:

O<sub>2</sub> 0...10 Vol.-%

O<sub>2</sub> 0...25 Vol.-%

##### Verfügbarkeit:

> 98 % über einen Zeitraum von 3 Monaten für zwei unabhängige Systeme mit Messgasaufbereitung

Wartungsintervalle: 4 Wochen

##### Nachweisgrenze:

O<sub>2</sub> ≤ 0,01 Vol-% O<sub>2</sub>

##### Beeinflussung des Messsignals durch barometrische Luftdruckschwankungen:

< 0,002 Vol.-% O<sub>2</sub> pro 1 % Luftdruckänderung

##### Beeinflussung des Messsignals durch Änderung des Probengasdurchflusses:

< 0,5 % MBU, 30...90 l/h

##### Zulässiger Umgebungstemperaturbereich:

+ 5 °C bis +50 °C

##### Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes:

≤ ± 0,05 Vol.-% pro 10 K Diff.

##### Temperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit:

≤ ± 0,05 Vol.-% pro 10 K Diff.

##### Einstellzeit (90%-Zeit):

< 40 sec

##### Querempfindlichkeit:

Die Summe aller Querempfindlichkeiten der genannten Komponenten beträgt gegenüber SO<sub>2</sub>, NO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO und H<sub>2</sub>O mit typischen Rauchgaskonzentrationen < 0,1 Vol.-%

##### Drift:

Mit interner automatischer Einpunkt-Kalibrierung mittels Umgebungsluft (Intervall 4 Wochen):

Nullpunkt-Drift: < 0,2 Vol.-% O<sub>2</sub> pro Jahr

Endpunkt-Drift: < 0,2 Vol.-% O<sub>2</sub> pro Jahr

Die Überprüfung der automatischen Kalibriereinrichtung für Null- und Endpunkt muß einmal pro Jahr erfolgen.

### 3.2 Weitere technische Daten

##### Energieversorgung:

85...115...140 V AC, 185...230...250 V AC

##### Leistungsaufnahme:

max. 250 VA für eine Zentraleinheit mit 5 I/O-Karten und einem Analysatormodul

##### Aufbau:

wahlweise 19-Zoll-Gehäuse oder Wandgehäuse



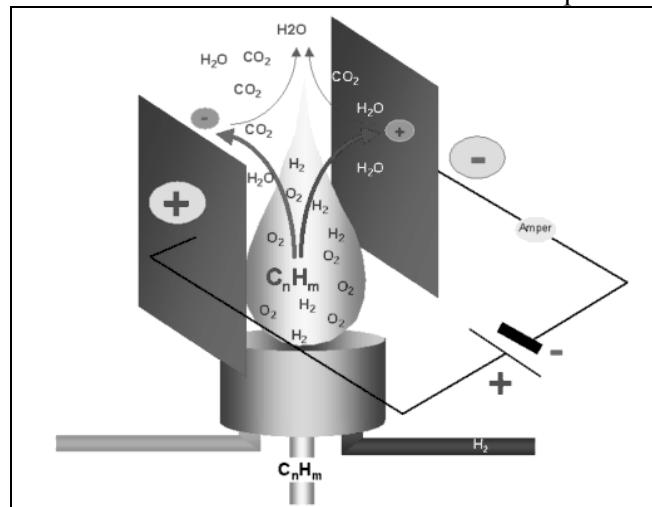
## 1. Anwendungsbereich

Typische Einsatzgebiete von Advance Optima mit Analysatormodul Multi-FID 14 sind die Emissionsüberwachung, Prozeßmessungen oder mit dem Stripper auch die Überwachung von flüchtigen Kohlenwasserstoffen in Wasser. Weiterhin kann der Multi-FID 14 als stationäre Gaswarnanlage eingesetzt werden.

## 2. Aufbau und Arbeitsweise

Advance Optima ist ein modulares Geräteprogramm, das auf Analysatormodulen mit unterschiedlichen Messprinzipien basiert. Das Analysatormodul Multi-FID 14 ist ein Flammenionisationsdetektor, der den Gesamtgehalt an organischem Kohlenstoff im Messgas mißt. Dabei werden die organischen Komponenten in einer Wasserstoff-Flamme ionisiert. Der Ionenstrom ist proportional zur Konzentration. Das Analysatormodul ist vollständig beheizt und kann direkt an eine heiße Messgasleitung angeschlossen werden. Die mikroprozessorgesteuerten Messgeräte zeichnen sich durch ihre Anwenderfreundlichkeit aus. Alle Funktionen sind rechnergesteuert, die Bedienung erfolgt im Klartext. Der Multi-FID 14 bietet eine Selbstüberwachung mit

Fehlererkennung, Protokollierung und Meldung sowie eine selbständige Wiederinbetriebnahme nach Fehlerbehebung. Eine automatische Kalibrierung mittels eingebauter Magnetventile ist selbstverständlich. Neben der Messtechnik überzeugt Advance Optima durch das einheitliche Gerätekonzept, die einheitliche Bedienphilosophie, das Konzept der Multianalysatorsysteme und das Kommunikations- und Netzwerkkonzept.



### 3. Technische Daten

#### 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung

##### Kleinster geprüfter Messbereich:

0...15 mg C/m<sup>3</sup>

##### Verfügbarkeit:

> 99 % über einen Zeitraum von 3 Monaten für zwei unabhängige Systeme mit Messgasaufbereitung

##### Wartungsintervalle: 14 Tage

##### Nachweissgrenze:

für Messbereich 0...15 mg C/m<sup>3</sup> ≤ 0,01 mg C/m<sup>3</sup>

##### Beeinflussung des Messsignals durch Änderung des Probengasdurchflusses:

< 1 % MB bei  $\Delta=35$  l/h

##### Zulässiger Umgebungstemperaturbereich:

+ 5 °C bis 45 °C

##### Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes:

≤ ± 2 % vom MBE von 5 °C bis 40 °C

##### Temperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit:

≤ ± 2 % vom MBE von 5 °C bis 40 °C

##### Zeitliche Änderung des Nullpunktes:

< ± 3 % MB / 14 Tage

##### Zeitliche Änderung der Empfindlichkeit:

< ± 3 % MB / 14 Tage

##### Einstellzeit (90%-Zeit):

≤ 40 sec inkl. Probenaufbereitung

##### Querempfindlichkeit:

Die Summe aller Querempfindlichkeiten der genannten Komponenten beträgt gegenüber SO<sub>2</sub>, NO, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, HCl, N<sub>2</sub>O, CO und H<sub>2</sub>O mit typischen Rauchgaskonzentrationen < 4 % des Messbereichs

### 3.2 Weitere technische Daten

##### Energieversorgung:

85...115...140 V AC, 185...230...250 V AC

##### Leistungsaufnahme:

max. 250 VA für eine Zentraleinheit mit 5 I/O-Karten und einem Analysatormodul

##### Aufbau:

wahlweise 19-Zoll-Gehäuse oder Wandgehäuse

## Emissions-Meßeinrichtung Advance Cemas-NDIR mit Advance Optima Uras 14 für SO<sub>2</sub>, NO, CO, O<sub>2</sub>



### 1. Anwendungsbereich

Das Mehrkomponenten-Analysensystem Advance Cemas-NDIR dient zur kontinuierlichen, quantitativen Erfassung der Gaskonzentration in der Emissionsmessung nach 17. BImSchV, 13. BImSchV und TA-Luft. Das Analysensystem wird auch eingesetzt für Prozeßüberwachungen von Rauchgas und Abluft, für Filterüberwachungen und für andere Anwendungen in der Verfahrenstechnik. Das Analysensystem ist primär vorgesehen für die Messung der Komponenten SO<sub>2</sub>, NO, CO, CO<sub>2</sub> und O<sub>2</sub>.

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

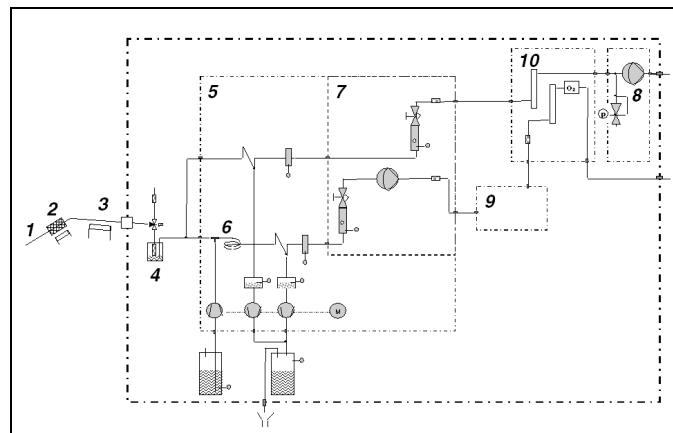
Das Analysensystem ist modular aufgebaut. Dadurch kann es individuell an die jeweilige Meßaufgabe angepaßt werden. Das Analysensystem besteht aus den Funktionsgruppen Meßgasentnahme, Meßgasaufbereitung, Meßgasförderung und Gasanalysator. Der eingesetzte Gasanalysator Advance Optima Uras 14 und das als Option eingebaute O<sub>2</sub>-Modul ermöglichen die selektive Ermittlung des Gewichtsanteils (CO, NO, SO<sub>2</sub> in mg/m<sup>3</sup>) und des Volumenanteils (O<sub>2</sub> in Vol.-%) der Meßkomponenten im Rauchgas. Die Meßprinzipien sind die Infrarotabsorption zur CO-, NOX- und SO<sub>2</sub>-Bestimmung sowie die elektrochemische Reaktion des Sauerstoffs zur O<sub>2</sub>-Messung bzw. alternativ die paramagnetische O<sub>2</sub>-Messung. Der Analysator ist so ausgelegt, daß die nach den deutschen Emissionsschutzrichtlinien zugelassenen Querempfindlichkeiten und Fehlertoleranzen deutlich unterschritten werden. Die Einflußeffekte von Umgebungstemperatur, Luftdruck

und Begleitgaskomponenten werden durch geeignete Maßnahmen kompensiert.

Das Analysensystem ist in einem Schrank untergebracht, so daß der Einsatz auch in rauen Umgebungsbedingungen möglich ist.

Das untere Bild zeigt die Arbeitsweise des Advance Cemas-NDIR:

Das Meßgas wird über die Gasentnahmesonde (1), die Filtereinrichtung (2) und die Meßgasleitung (3) dem Analysensystem zugeführt. In Abhängigkeit von der Meßaufgabe und den Entnahmeverhältnissen sind diese Baugruppen elektrisch beheizt, unbeheizt oder frostgeschützt ausgeführt. Über ein Magnetventil wird das Prüfgas aufgeschaltet. Als Prüfgas wird in der Regel meßkomponentenfreie Luft verwendet. Das Säurefilter (4) dient zum Abscheiden von Schwefelsäureaerosolen. Wenn Teile des Meßgases speziell aufbereitet werden, wird der Gasstrom auf zwei getrennte Wege aufgeteilt. Im Meßgaskühler Advance SCC (5) werden das entstehende Kondensat und das evtl. vorhandene Reagenz aus dem Meßgas abgeschieden. Im nachfolgenden Gasweg beträgt der Wassertaupunkt ca. 3 °C. Im Meßgaskühler befindet sich auch die Einrichtung zur Reagenzdosierung (6). Je nach Meßaufgabe werden mit ihr störende Gaskomponenten ausgewaschen oder die gewünschten Meßkomponenten stabilisiert. Das in den Meßgaskühler integrierte Gasfördermodul SCM (7) dient zur Förderung des Meßgases durch das Analysensystem. Bei bestimmten Meßaufgaben wird das Meßgas von der nach dem Gasanalysator angeordneten Membranpumpe (8) durch das Analysensystem gefördert. Wenn es zur korrekten Messung oder zum Schutz des Analysators erforderlich ist, wird das Meßgas über einen NO<sub>2</sub> / NO-Konverter oder entsprechende Absorptionsmittel (9) geleitet, bevor es dem Gasanalysator (10) zugeführt wird.



### 3. Technische Daten

#### 3.1. Daten aus der Eignungsprüfung

##### Kleinste geprüfte Meßbereiche:

SO<sub>2</sub> 0...75 mg/m<sup>3</sup>  
NO 0...200 mg/m<sup>3</sup>  
CO 0...75 mg/m<sup>3</sup>  
O<sub>2</sub> 0...10/25 Vol.-%

##### Verfügbarkeit:

> 98 % über einen Zeitraum von 3 Monaten für zwei unabhängige Systeme mit Meßgasaufbereitung

##### Wartungsintervalle:

Endpunkt: 1 Woche

Nullpunkt: 24 h

##### Nachweisgrenze:

SO<sub>2</sub> < 0,4 % des MBE  
NO < 0,3 % des MBE  
CO < 0,2 % des MBE  
O<sub>2</sub> < 0,1 Vol.-% O<sub>2</sub>

##### Beeinflussung des Messsignals durch barometrische Luftdruckschwankungen:

< 0,2 % vom MBE pro 1 % Luftdruckänderung

##### Beeinflussung des Messsignals durch Änderung des Probengasdurchflusses:

O<sub>2</sub>: < 0,2 % des MBE pro 10 l/h  
CO, SO<sub>2</sub>, CO: keine Beeinflussung

##### Zulässiger Umgebungstemperaturbereich:

0...35 °C mit Belüftung  
-20...50 °C mit Kühlgerät

##### Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes:

für O<sub>2</sub> ≤ ± 0,2 Vol.-% pro 10 K Diff.  
für CO, SO<sub>2</sub>, NO: ≤ ± 2 % vom MBE pro 10 K Diff.

##### Temperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit:

für O<sub>2</sub> ≤ ± 0,2 Vol.-% pro 10 K Diff.  
für CO, SO<sub>2</sub>, NO: ≤ ± 3 % vom Sollwert pro 10 K Diff.

##### Einstellzeit (90%-Zeit):

< 200 sec

##### Querempfindlichkeit:

Die Summe aller Querempfindlichkeiten der genannten Komponenten beträgt gegenüber CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub> in maximalen Konzentrationen des typischen Rauchgases < 4 % des Meßbereichs.

##### Drift:

Mit interner automatischer Kalibrierung des Nullpunkts mit Umgebungsluft (Intervall 24 h) und des Endpunkts mit Kalibrierküvetten (Intervall wöchentlich)

Nullpunkt: < 2 % der Meßspanne pro Jahr

Endpunkt: < 4 % vom Sollwert pro Jahr

Die Überprüfung der automatischen Kalibriereinrichtung für Null- und Endpunkt muß einmal pro Jahr erfolgen.

### 3.2. Weitere technische Daten

##### Energieversorgung:

230 V AC, -15 % ...+10 %, 50 Hz  
115 V AC, -15 % ...+10 %, 6 Hz

##### Leistungsaufnahme:

max. 1,5 kW;  
zusätzliche Leistungsaufnahme durch beheizte Meßgasleitung, abhängig von der Länge und Typ

##### Abmessungen: (B x H X T in mm)

Stahlblech: 800 x 2110 x 600

Kunststoff: 900 x 2030 x 600



### 1. Anwendungsbereich

Für die Emissionsmessung steht mit dem Mehrkomponenten-Emissionsmeßsystem Advance Cemas-FTIR eine kostengünstige und zukunftsweisende Technik zur Verfügung. Dies ist durch die Kombination einer für den Emissionsbereich neuen Meßtechnik, der FTIR-Spektrometrie, mit einem beheizten Entnahme- und Probenaufbereitungssystem möglich. Advance Cemas-FTIR erfaßt kontinuierlich die Zahl von Schadstoffen, die in immer geringeren Konzentrationen von Abfallverbrennungsanlagen und Kraftwerken emittiert werden.

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

Das FTIR-Spektrometer (FTIR = Fourier-Transform-Infra-Rot) als der Basissensor im Advance Cemas-FTIR bestimmt die infrarotaktiven Meßkomponenten HCl, SO<sub>2</sub>, CO, NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, HF, H<sub>2</sub>O und CO<sub>2</sub>. Bis zu 30 Komponenten können gleichzeitig gemessen werden. Alle Komponenten werden bei 180 °C gemessen. Die O<sub>2</sub>-Messung wird mit einem optional eingebauten elektrochemischen Sauerstoffsensor durchgeführt. Der Gehalt am gesamten organischen Kohlenstoff wird mit einem Flammenionisationsdetektor (FID) gemessen (Option).

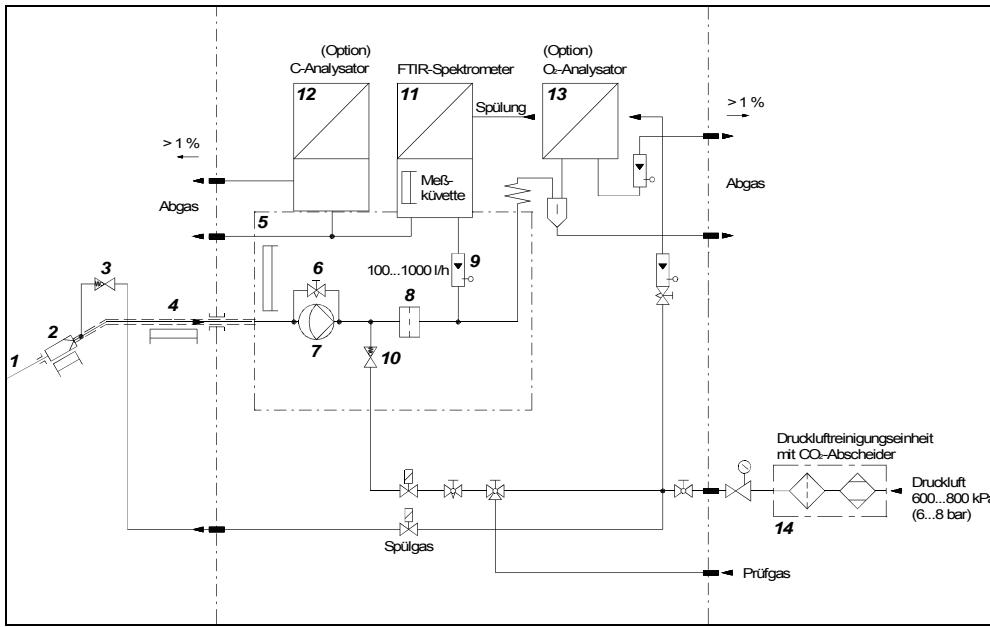
Das Mehrkomponenten-FTIR-Spektrometer MB9100 bietet die bekannt hohe Selektivität der FTIR-Meßtechnik sowie die einfache Erweiterbarkeit auf zusätzliche Meßkomponenten. Aufgrund des Meßprinzips (Einstrahlfotometer) wird durch die automatische

Nullpunkt Korrektur eine hohe Langzeitstabilität des Nullpunktes und der Empfindlichkeit erreicht. Daher ist das Justieren der Meßbereiche nur zweimal jährlich erforderlich; die Prüfgasbevorratung entfällt. Das beheizte Entnahme- und Probenaufbereitungssystem sowie die auf 180 °C beheizte Langwegküvette erlauben die Messung von Rauchgasen ohne vorherige Senkung dessen Taupunktes. Dadurch wird die Messung der Rauchgasfeuchte ermöglicht und wasserlösliche Gase wie HCl, NH<sub>3</sub>, HF, SO<sub>2</sub> unverfälscht erfaßt.

Die Zuverlässigkeit des Meßsystems wird durch die Selbstdiagnose des Spektrometers sowie durch die Temperatur- und Meßgasdurchfluß-Überwachung gewährleistet. Bei Temperaturunterschreitung wird eine Spülung mit gereinigter Druckluft ausgelöst, die alle meßgasberührten Baugruppen vor Korrosion schützt. Ein integriertes Modem ermöglicht die Ankopplung eines PCs zur Ferndiagnose durch den Service. Die Langzeitstabilität, der robuste Aufbau sowie die ausgezeichnete spektrale Genauigkeit verleihen dem FTIR-Spektrometer alle Eigenschaften, die ein kontinuierlich arbeitendes Prozeßmeßgerät charakterisieren.

Das untere Bild zeigt die Arbeitsweise des Advance Cemas-FTIR:

Das Meßgas wird über das beheizte Entnahmefilter 2 und die beheizte Entnahmleitung 4 der beheizten Meßgasfördereinheit 5 zugeführt. Direkt in die Meßgasfördereinheit ragt die beheizte Meßküvette des FTIR-Spektrometers 11. Hinter dem Gasausgang der Meßküvette – innerhalb der Meßgasfördereinheit – ist der Anschluß eines FID 12 zur Messung von gesamten organischen Kohlenstoff möglich. Ein Teilstrom des Meßgases wird aus der Meßgasfördereinheit heraus dem eingebauten Sauerstoffsensor 13 zugeführt. Über das Rückschlagventil 3 am Entnahmefilter 2 wird im Störungsfall, z.B. Temperaturunterschreitungen in einem der Heizkreise (Entnahmefilter, Meßgasleitung, Meßgasfördereinheit und Meßküvette), automatisch trockene Druckluft aufgegeben und das System von Meßgas freigespült, um Kondensation und evtl. Korrosion zu vermeiden. Über das zweite Rückschlagventil 10 wird automatisch trockene und CO<sub>2</sub>-freie Druckluft zur Aufzeichnung von Nullgasspektren (Nullpunkt Korrektur) aufgegeben. Zur Aufbereitung der Druckluft, d.h. zur Trocknung und Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes, dient die Molekularsiebeinheit 14.



### 3. Technische Daten

#### 3.1. Daten aus der Eignungsprüfung

##### Kleinste geprüfte Meßbereiche:

SO <sub>2</sub>	0...75 mg/m <sup>3</sup>
NO	0...200 mg/m <sup>3</sup>
NH <sub>3</sub>	0...15 mg/m <sup>3</sup>
CO	0...75 mg/m <sup>3</sup>
HCl	0...15 mg/m <sup>3</sup>
CO <sub>2</sub>	0...20 Vol.-%
O <sub>2</sub>	0...25 Vol.-%

Die Erfüllung der gesetzlich vorgeschriebenen Meßeigenschaften wurde beim Wassergehalt des Rauchgases bis zu 40 Vol% getestet. Die Konzentration von Wasserdampf wird mit einem Meßbereich von 0 bis zu 40Vol% gemessen.

##### Verfügbarkeit:

> 98 % über einen Zeitraum von 3 Monaten für zwei unabhängige Systeme mit Meßgasaufbereitung

Wartungsintervall: 6 Monate

##### Nachweisgrenzen:

H <sub>2</sub> O	< 0,05 % des MBE
SO <sub>2</sub>	< 0,26 % des MBE
NO	< 0,30 % des MBE
NH <sub>3</sub>	< 1,06 % des MBE
CO <sub>2</sub>	< 0,2 % des MBE
CO	< 0,41 % des MBE
HCl	< 2,41 % des MBE
O <sub>2</sub>	< 0,1 Vol.-% O <sub>2</sub>

##### Beeinflussung des Meßsignals durch barometrische Luftdruckschwankungen:

1% v. Meßwert / 10 mbar

##### Beeinflussung des Meßsignals durch Änderung des Probengasdurchflusses:

<0.5% v. Meßwert pro Änderung zwischen 200-500 l/h

Zulässiger Umgebungstemperaturbereich: +5...+40 °C

##### Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes:

± 0.5% v. MBE / 10K

##### Temperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit:

< 3% v. Meßwert / 10K

##### Einstellzeit (90%-Zeit):

240 s (bei höheren als kleinsten Meßbereichen kann die T<sub>90</sub> reduziert werden)

##### Querempfindlichkeit:

Die Summe aller Querempfindlichkeiten der genannten Komponenten beträgt gegenüber CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, HCl, H<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub> in maximalen Konzentrationen des typischen Rauchgases < 4 % des Meßbereichs

##### Drift:

(Mit interner automatischer Kalibrierung des Null- und Endpunktes mit Nullgas)

Nullpunkt: < 2 % der Meßspanne pro 6 Monate  
Endpunkt: < 4 % des Meßwertes pro 6 Monate

#### 3.2. Weitere technische Daten

##### Energieversorgung:

230/400 V ~

##### Leistungsaufnahme:

ca. 3.5 kVA

##### Abmessungen:

900 x 2100 x 600 (B x H x T in mm)

##### Meßsignalausgang:

4-20 mA



## Anwendungsbereich

Messung des Abgasvolumenstromes direkt als Normvolumenstrom (z.B. Norm-m<sup>3</sup>/h)

Ferner beinhaltet es eine Summierungsfunktion, die als frei parametrierbares Pulssignal ausgegeben werden kann.

## Aufbau und Arbeitsweise

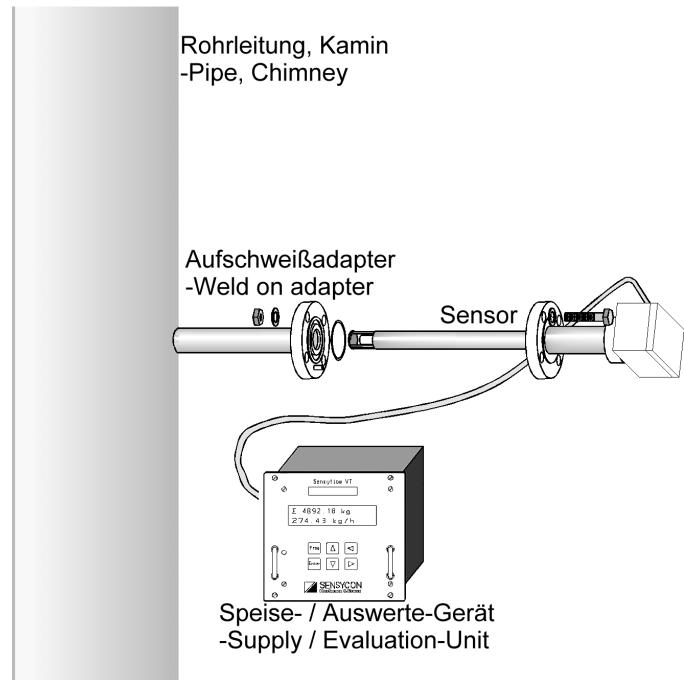
Sensyflow VT 2 arbeitet nach dem thermischen Meßprinzip eines Heißfilmanemometers. Dieses Meßverfahren ermöglicht es, direkt den Normvolumenstrom zu ermitteln. Hierdurch entfällt die sonst notwendige Korrektur von Druck- und Temperatureinflüssen.

## Gesamtsystem

Das Meßsystem Sensyflow VT 2 besteht aus den Komponenten Meßwertaufnehmer, Rohrbauteil und Speise-/ Auswertegerät. Der Meßwertaufnehmer enthält die Sensoreinheit und eine elektronische Transmitterschaltung. Er wird als Einstektfühler über Flanschmontage im Rohrbauteil installiert.

Fertige Rohrbauteile sind für Rohrnennweiten bis 200mm lieferbar. In größeren Nennweiten besteht die Möglichkeit, den Meßwertaufnehmer verdreh sicher und reproduzierbar über einen Aufschweißadapter direkt in Rohrleitungen bis 3000 mm Durchmesser zu installieren.

Das Speise-/Auswertegerät stellt die Hilfsenergie für den Meßwertaufnehmer zur Verfügung und wandelt dessen digital übertragenen Durchflussinformationen in massendurchflusslineare Einheitssignale um.



Die serielle Schnittstelle ermöglicht eine einfache Konfiguration des Gerätes sowie die Ausgabe der Messergebnisse.

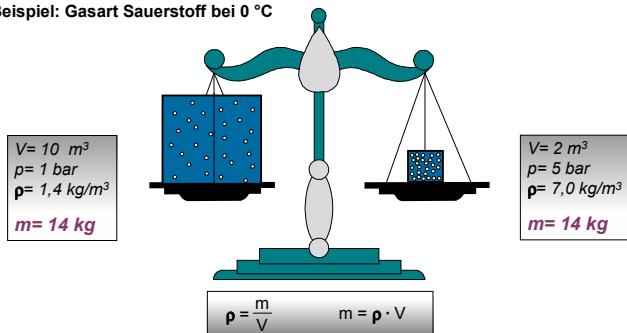
## Messprinzip

Die meisten gebräuchlichen Durchflussmeßgeräte bestimmen den Betriebs-Volumenstrom. Hierbei muss durch zusätzliche Messungen von Druck und Temperatur, der Norm-Volumenstrom ermittelt errechnet werden. Diese Korrekturmaßnahmen verteuern und erschweren die Messungen; außerdem verringern sie die Systemgenauigkeit des Mess-Systems. Sensyflow liefert den Norm-Volumenstrom direkt, ohne weitere Messung oder Korrektur.

Dazu folgendes Beispiel:

Werden  $10 \text{ m}^3$  Sauerstoff bei konstanter Temperatur auf 5 bar komprimiert, so ändert sich dessen Volumen bzw. Volumenstrom auf  $2 \text{ m}^3$ , obwohl es sich nach wie vor um die gleiche Stoffmenge und Masse Sauerstoff (14 kg) handelt.

Beispiel: Gasart Sauerstoff bei  $0^\circ\text{C}$



Ein Volumendurchflussgerät registriert folglich nur noch 20% des ursprünglichen Durchsatzes.

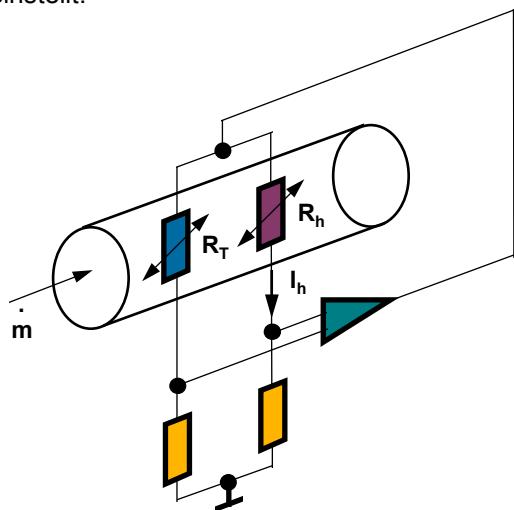
Daraus resultiert, dass eine Gas-Betriebsvolumenstrommessung ohne Korrektur des Druckes und der Temperatur keine verwertbare Aussage liefert.

Die Norm-Volumenstrommessung jedoch erfasst direkt die Masse pro Zeiteinheit eines strömenden Mediums; man erhält einen Messwert z.B. in kg/h oder Norm- $\text{m}^3/\text{h}$ .

## Sensor

Sensyflow arbeitet nach dem Prinzip des Heißfilm-anemometers. Dieses Meßverfahren beruht darauf, daß einem beheizten Körper durch das ihn umströmende Gas Wärme entzogen wird. Die strömungsabhängige "Abkühlung" wird als Meßeffekt genutzt.

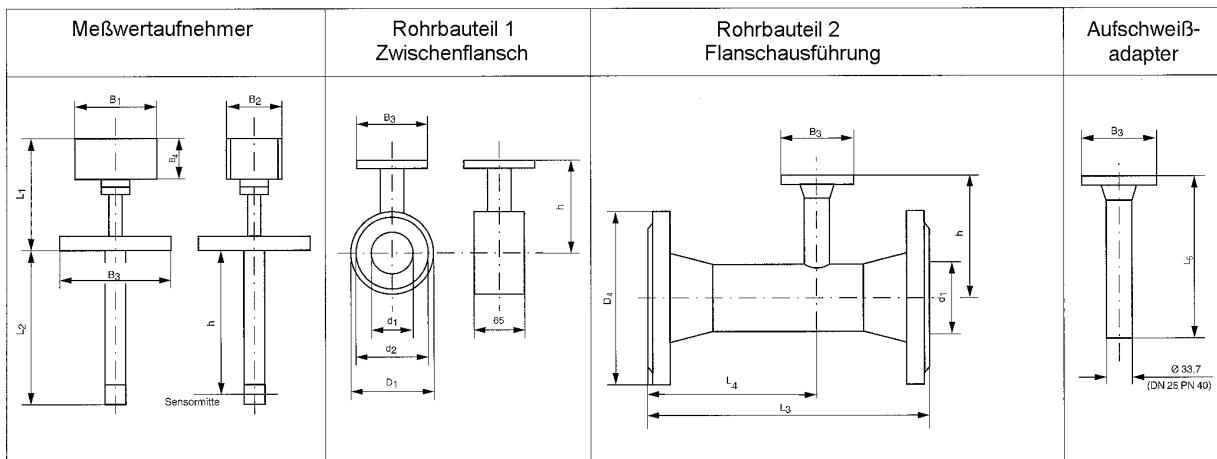
Das Gas umströmt zwei temperaturempfindliche Widerstände  $R_S$  und  $R_T$ , die Teil einer elektrischen Brückenschaltung sind. Aufgrund des gewählten Widerstandsverhältnisses  $R_S \ll R_T$  wird  $R_S$  durch den Strom  $I_S$  aufgeheizt,  $R_T$  nimmt die Temperatur des Gases an. Der Strom  $I_S$  wird durch eine elektronische Regelschaltung so vorgegeben, dass sich eine konstante Temperaturdifferenz zwischen dem beheizten Widerstand  $R_S$  und der Temperatur des Gases einstellt.



Die im Widerstand  $R_S$  erzeugte elektrische Leistung kompensiert exakt dessen Wärmeverlust an die Strömung. Da dieser Wärmeverlust von der Zahl der Teilchen abhängt, die auf die Oberfläche des Widerstandes  $R_S$  treffen, stellt  $I_S$  ein Maß für den Massendurchfluss dar, der durch einfache Multiplikation in den Norm-Volumenstrom umgerechnet wird.

# Technische Daten

## Maßbilder



PN40

Nennweite	L <sub>2</sub>	h	D <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>4</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>
DN 25	L1 = 198 B1 = 125 B2 = 80 B3 = Ø115 B4 = 58	269	263	-	-	-	115	420	260
DN 40				94	43,1	88	150	860	570
DN 50				109	54,5	102	165	1000	650
DN 80				144	82,5	138	-	-	-
DN 100				170	107,1	162	-	-	-
DN 150				226	159,3	218	-	-	-
DN 200				293	206,5	285	-	-	-
> 350				431	425				
> 700				781	775				
> 1700				1506	1500				450

## Daten aus der Eigungsprüfung

- Genauigkeit:  
± 1% vom Meßwert
- Nachweisgrenze:  
1% (d.h. Messbereich 1:100)
- Zulässiger Umgebungstemperaturbereich:  
-25 ...80°C
- Einfluß von Netzspannungsschwankungen  
Kein Einfluss
- Verfügbarkeit:  
96-99%
- Wartungsintervalle:  
1 Jahr bei < 5 mg/m<sup>3</sup> Staubbelastung und < 20% absoluter Feuchte
- Beeinflussung des Mess-Signals durch  
barometrische Luftdruckschwankung:  
Keine Beeinflussung
- Einstellzeit T90  
ca. 2 sec

## Weitere technische Daten

- Energieversorgung:  
wahlweise 24V DC, 115 V AC, 230V AC
- Leistungsaufnahme:  
<50 W
- Mess-Signalausgänge:  
0/4 ....20 mA  
0...10 V  
1...100 Hz (OC oder TTL)  
10... 1000 Hz (OC oder TTL)  
RS 232 (RS 422)  
Summe als Puls (OC oder TTL)
- Messwertanzeige:  
Momentanwert, Trendanzeige, Summenzähler
- Einbaulänge: vergleichbar  
DIN EN ISO 5167-1 (min. 15 D)
- Druckverlust < 1 mbar
- Keine Anforderungen an den Vordruck
- Zulässiger Gasdruck  
-0,5 ....40 bar ü
- Zulässige Gastemperatur  
-25....280°C (Dauer), 300 °C Spitze



## Emissions – Messeinrichtung

# Hygrophil H / H+ 4220



### 1. Anwendungsbereich

Hygrophil H / H+ ist ein Prozesshygrometer für höchste industrielle Ansprüche hinsichtlich Korrosionsfestigkeit, Dauereinsatz und Sicherheit gegenüber Verschmutzungen. Durch permanente Selbstreinigung ist das Gerät für Belastungen der Messluft mit Säuren, Ölen, Stäube, Lösungsmitteln und anderen aggressiven Stoffen sehr gut geeignet und überzeugt durch seine Genauigkeit. Vorwiegend wird es in Kraftwerken, Müllverbrennungs- und Großfeuerungsanlagen im teilweise unzureinigten Rohgas eingesetzt

- zur Feuchtemessung,
  - zum Erkennen von Rohrreißern,
  - zur Optimierung der Entschwefelung,
  - zur Optimierung der Elektrofilter,
  - zur Betriebssteuerung bei Kühlürmen,
  - zur Tauunterdrückung an Tuchfiltern.
- Jedoch auch in Trocknern und Backöfen aller Art, sowie in der chemischen Industrie allgemein, besticht es durch seine vielen Vorteile.

ULTRAKUST ist eingetragenes Warenzeichen der BARTEC Componenten und Systeme GmbH

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

Hygrophil 4220 arbeitet nach dem Prinzip der psychrometrischen Gasfeuchtemessung, das sich durch hohe Genauigkeit und gute Reproduzierbarkeit auszeichnet. Aus der Temperaturdifferenz des Feucht- und Trockentemperaturfühlers können alle weiteren Größen berechnet werden.

Es entspricht der Sekundärstandard – Methode nach DIN 50012 und bedarf keiner Kalibrierung.

Durch das patentierte Prallstrahl – Verfahren wird ein störungsfreier Dauereinsatz bei hohen Temperaturen und Feuchten gewährleistet.

Ein dosierter Messgas – Strahl strömt am Trockenfühler vorbei und trifft auf den in einem Wasserzylinder eingebetteten Feuchtfühler. Dieser wird permanent von tensidversetztem Frischwasser gespeist. Durch den Pralldruck des Gases und der beständigen Flüssigkeitszufuhr wird die verschmutzte Oberfläche stets erneuert, wodurch bei der Messung keinerlei Quereffekte auftreten.

### 3. Technische Daten

<b>Gehäuse</b>			
Maße	455 x 515 x 195 mm		
<b>Messkammer</b>			
<b>Messprinzip</b>	Psychrometrische Luft-/Gasfeuchtemessung nach dem Prallstrahl-Messprinzip		
<b>Standard</b> <b>17. BImSchV</b>	Sekundärstandard nach DIN 500 12. Prüfschein und Zulassung für Anwendungen nach 17. BImSchV British SIRA expertise		
<b>Messbereich, Anzeigebereich</b>	Trocken-/Feuchttemperatur Taupunkt Volumenanteil Wasser Absolute Feuchte Spezifische Feuchte Wasserdampfdruck Sättigungsdefizit Absolutdruck	TT/HT DT Vol% MH SH VP DVP SP	0 ... 150 °C 5 ... 100 °C 0 ... 100 % 10 ... 1000 g/kg 10 ... 1000 g/kg 10 ... 1000 hPa 0 ... 1000 hPa 500 ... 1500 hPa
<b>Messwertgeber</b>	2 x PT 100 / 4-Leiter-Fühler nach DIN IEC751		
<b>Genauigkeit</b>			
Bei Temperaturmessung	besser 0,1 °C		
Bei Absolutdruck	besser 1 %		
<b>Messgas Einlasstemperatur</b>			
Am Messgasschlauch	bis 250 °C		
An der Messkammer	bis 150 °C		
<b>Ansprechzeit</b>	t90 = 90 s bei SH-Sprung von 10 auf 190 g/kg		
<b>Messgasdurchfluss</b>	max. 14 Normliter/min		
<b>Wasserverbrauch</b>	max. 25 ml/h		
<b>Wasservorrat im Gerät</b>	2 Liter Standard, 11 Liter Option		
<b>Heizschlauch</b>	230 VAC, 100 W/m		
<b>Hilfsdruckluft</b>	1 ... 5 bar		
<b>Messrechner</b>			
<b>Anzeige</b>	LC-Display mit 2 x 16 Zeichen Zeichenhöhe 5 mm, beleuchtet		
<b>Berechnungsrate</b>	ca. 2 s		
<b>Rechengenauigkeit</b>	besser 0,01 %		
<b>Genauigkeit</b>	1 % bezogen auf den Messbereich		
<b>Zusatzeingänge</b>	3 Messkanäle für Temperaturen Pt100 4-Leiter nach IEC751 0 ... 150 °C / 0 ... 200 °C / 0 ... 800 °C		
<b>Ausgang</b>			
Analogausgang	0/4 ... 20 mA an max. 500 Ohm		
Anzahl Ausgänge	2 galvanisch getrennte Ausgänge für je 1 Messgröße		
Auswahl der Messgröße	Programmierbar		
<b>Umgebungsbedingungen</b>			
Zulässige Betriebstemperatur	0 ... 50 °C		
Zulässige Lagertemperatur	-20 ... 70 °C (Wasser entleert)		
Klimaklasse	KWF nach DIN 40040		
Schutzart	IP65		
<b>Hilfsenergie</b>	230 VAC +10 ... -15 %, 50 ... 60 Hz, 22 VA		

Max-Eyth-Straße 51  
71364 Winnenden

Tel.: 07195 / 9270-0  
Fax: 07195 / 9270-50

## Dioxin und Furan

### Emissionsmessung mittels Langzeitprobenahme

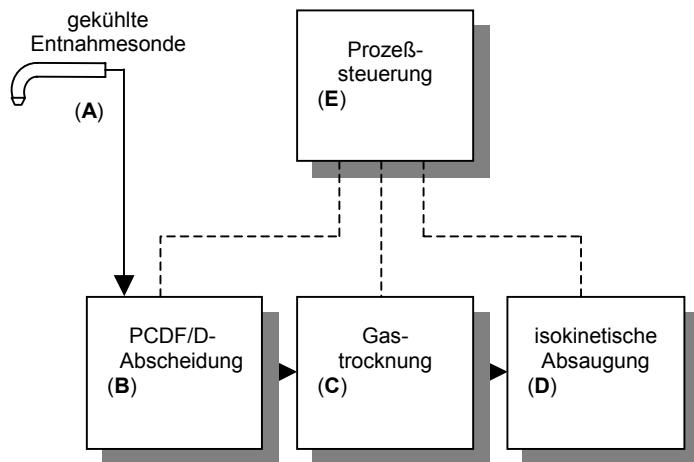
## AMESA

für die kontinuierliche Dioxin- / Furanüberwachung



Bild 1: Drei AMESA Meßgeräte

AMESA – Adsorption MEthod for SAMpling of Dioxins and Furans



- A** Gekühlte ( $< 80^{\circ}\text{C}$ ) Probennahmesonde zur isokinetischen Entnahme des Teilgasstromes.
- B** Meßgas und Kondensat werden durch die mit Adsorberharz gefüllte Kartusche gesaugt (Quarzwattefilter als Vorfilter).
- C** Meßgastrocknung durch Kühlung ( $< 5^{\circ}\text{C}$ ).
- D** Stufenlose Regelung der isokinetischen Probenahme.
- E** Bedienung des **AMESA** über Zentralrechner mit menügeführter Software. Dateneingabe zur anlagenspezifischen Parametrierung und Bedienung mittels Tastatur und LCD-Bildschirm. Ermittlung der Emissionswerte anhand externer Speicherplatte und Analysenergebnis.

### 1. Anwendungsbereich

Einsatzbereiche findet das **AMESA** in Anlagen welche der 17. BImSchV und TA Luft unterliegen wie z.B. Müllverbrennungen, Sondermüllverbrennungen, Holzverbrennungen, Stahl- und Kupferhütten.

Im Gegensatz zu den üblichen drei Einzelmessungen pro Jahr, erhält man mit dem **AMESA** durch eine kontinuierliche Probenahme über einen Zeitraum zwischen 6 Stunden und 30 Tage je Einzelprobe eine lückenlose Dokumentation der Dioxin- / Furanemissionen. Dadurch werden auch Schwankungen im Anlagenbetrieb, in der Zusammensetzung der Brennstoffe etc. erfaßt. Die belgischen Regierungen haben dies erkannt und **AMESA** für alle MVA's in Flandern und der Wallonie vorgeschrieben.

Die Empfehlung der 17. BImSchV, Massenkonzentrationen von Dioxinen und Furancarbonsäuren kontinuierlich und lückenlos zu

überwachen, ist mit dem **AMESA** in einem akzeptablen Kostenrahmen für den Betreiber realisierbar.

### 2. Aufbau und Arbeitsweise des Meßgeräts

In der wassergekühlten Probennahmesonde (A) wird das Abgas schnell abgekühlt um reproduzierbare Adsorptionsbedingungen für die zu untersuchenden Stoffe zu gewährleisten.

Die Abscheidung der Dioxine und Furane (B) erfolgt in einer Kartusche, befüllt mit einer Sammelphase aus XAD-II Adsorberharz. Dabei werden die Dioxine und Furane sowohl aus dem Abgas als auch aus anfallendem Kondensat vollständig erfaßt.

Nach der Adsorption der Dioxine und Furane wird das Meßgas zur vollständigen Entfernung des Kondensats auf  $5^{\circ}\text{C}$  abgekühlt (C)

Der getrocknete Meßgasstrom wird mittels Massendurchflußmesser ermittelt. Mit Hilfe einer frequenzgeregelten Pumpe (D) stellt die Prozeßsteuerung (E) isokinetische Absaugbedingungen in Abhängigkeit von Abgasgeschwindigkeit, -temperatur, und -druck ein.

Neben dem Protokollausdruck werden alle aufgezeichneten und errechneten Daten auf einem Datenträger über die gesamte Probenahmedauer archiviert.

Die Kartusche mit den adsorbierten Dioxinen und Furanen werden gemeinsam mit dem Datenträger in einem akkreditiertem Labor ausgewertet.

Die kontinuierliche Adsorption von Dioxinen und Furanen aus Rauchgasen basiert auf von der GfA (Gesellschaft für Arbeitsplatz- und Umweltanalytik mbH, Münster-Roxel entwickelte Verfahren.

Durch diese Verfahren lassen sich Dioxine und Furane aus Staub, der Gasphase und dem Kondenswasser in einem Adsorptionschritt abscheiden. Neben Dioxinen und Furanen werden mit diesem Verfahren auch weitere organische Substanzen mit ähnlicher Flüchtigkeit und Polarität erfaßt.



Bild 2: Kartuscheinheit

### 3. Technische Daten

#### 3.1 Aus dem Eignungsbericht

#### Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Emissionen und Immissionen

-RdSchr. D. BMU v. 30.12.1997 – IG I3 – 51 134-3-

In Anlehnung an Anhang Nr. 3 der Richtlinie über die Eignungsprüfung, den Einbau, die Überprüfung und die Wartung von Meßeinrichtungen zur fortlaufenden Überwachung der Emissionen, besonderer Stoffe (hier, System zur Langzeitprobenahme), GMBI 1995, S. 128ff – IG I3 – 511 134 /2-, des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit wird bekanntgegeben:

AMESA für Dioxine/Furane

#### Hersteller:

- bm becker meßtechnik gmbh, Winnenden
- Gesellschaft für Arbeitsplatz- und Umweltanalytik mbH, Münster-Roxel

#### Einsatzbereich:

Für vereinbarte Messungen an Anlagen der 17. BlmSchV und TA-Luft

#### Meßbereich:

0-0,2 ng/m<sup>3</sup> (TE gem. NATO/CCMS-Modell) für Probenahmeintervalle von 6 h –4 Wochen.

#### Hinweise:

1. Hier handelt es sich um eine modellhafte Eignungsprüfung, bei der die Analytik nicht im vollem Umfang der EN 1948 und den Entwürfen der Richtlinie VDI 3499 (Bl. 13) entsprochen hat.
2. Das AMESA wurde während der Eignungsprüfung mit Probegasvolumenströmen von ca. 1 m<sup>3</sup>/h (0,2 m<sup>3</sup>/h bis 2 m<sup>3</sup>/h) betrieben.
3. Beim Feldtest lagen Staubgehalte <3 mg/m<sup>3</sup> bei einer Abgasfeuchte von ca. 20 Vol. % vor. Es ergab sich ein Wartungsintervall von vier Wochen. Im Falle anderer Randbedingungen ist das Wartungsintervall den örtlichen Gegebenheiten anzupassen.

#### Prüfbericht:

TÜV Rheinland Sicherheit und Umweltschutz, Köln,  
Nr.: 936/808017A vom 12.08.1997

### 3.2 Weitere technische Daten

Rauchgastemperatur:	ohne Zusatzkühlung 80 °C mit Zusatzkühlung 400 °C
Staubgehalt im Rauchgas:	50 mg/m <sup>3</sup>
Rauchgasgeschwindigkeit:	2-30 m/s
Umgebungsbedingungen:	+5 bis 40 °C, max 50% rF
Sondendurchmesser:	3 bis 8 mm
Sondenwerkstoff:	Titan, optional Glas
Regelzyklus Isokinetik:	1 sec
Genaugigkeit:	Geschwindigkeit ± 1% vom Meßwert Volumenbestimmung ± 1,5 % vom Meßwert
Digitalausgänge:	Status Meßbetrieb Unterbrechung Alarm / Störung Feuer AUS
Digitaleingänge	O <sub>2</sub> -Analysatorwartung
Analogeingänge:	O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , Kamintemperatur Rauchgasgeschwindigkeit Volumenstrom (Norm/Betrieb)
Elektrischer Anschluß:	230 V, 50 Hz 1 kW
Leistungsaufnahme:	
Abmessungen:	2.100x800x800
Geräteschrank:	L=1.500mm, Ø= 50mm
Sonde:	800x500x250 mm
Kartuschenkasten:	200 kg
Gewicht:	

### 4. Hersteller



Max-Eyth-Straße 51  
71364 Winnenden

Tel.: 07195 / 9270-0  
Fax: 07195 / 9270-50

Friedrich-List-Straße 9  
71364 Winnenden

Tel.: 07195 / 9270-0  
Fax: 07195 / 9270-50

## **Staub** Emissions-Meßeinrichtung

### **L P S - E**

für die kontinuierliche  
Staubkonzentrationsmessung und Staubsammlung



Bild 1: Staubemissionsmeßgerät LPS-E

#### **1. Anwendungsbereich**

Das **Staubemissionsgerät LPS-E** wird zur kontinuierlichen Staubemissionsmessung in Gas- und Rauchgasströmen gem. der 17. BImSchV eingesetzt. Ferner findet es Anwendung bei der kontinuierlichen Staubsammlung für die Herstellung repräsentativer Stichproben (Rückstellproben).

Dabei werden aus staubbeladenen Gasströmen repräsentative Staubproben entnommen und gleichzeitig der aktuelle Staubgehalt bestimmt.

Das wichtigste Argument für eine kontinuierliche Staubprobensammlung ist im Umwelthaftungsgesetz vom 01. Dezember 1990 begründet.

Werden Schadensersatzansprüche gegen einen Anlagenbetreiber geltend gemacht, wird dieser grundsätzlich als Verursacher eines evtl. Schadens angesehen. Er muß den Beweis erbringen, daß die Anlage nicht die Schadensursache darstellt (Beweislastumkehr).

Mit archivierten Rückstellproben hat der Betreiber die Möglichkeit, auch nachträglich noch Staubinhaltsstoffe bestimmen zu lassen und somit den ordnungsgemäßen Betrieb seiner Anlage nachzuweisen.

#### **2. Aufbau und Arbeitsweise des LPS-E**

Die Staubentnahme erfolgt durch das Absaugen eines Teilstroms des Gasstroms mit einer Differenzdrucksonde unter Einhaltung der isokinetischen Entnahmeverbedingungen. Dies wird durch eine schnelle und zuverlässige Regelung der Absauggeschwindigkeit gewährleistet.

Für die Einhaltung der isokinetischen Entnahmeverbedingungen wird am Sondenkopf der statische Druck im Hauptstrom  $p_H$ , der statische Druck im Teilstrom  $p_T$ , der Gesamtdruck  $p_{ges}$  sowie die Temperatur gemessen. Alle Daten werden vom Rechner erfaßt und gespeichert bzw. für die Steuerung des Gebläses ausgewertet.

Das Gebläsemodul besteht aus einem beheizten Hochleistungsgebläse, zwei Lüfter zur Kühlung des Gebläsemotors und einem Frequenzumrichter zur Steuerung der Gebläseleistung, um eine isokinetische Gasentnahme zu gewährleisten.

Die in der Gasströmung mitgeführten Partikel werden auf einem Feinststaubfilter abgeschieden. Die Staubkonzentration wird über Differenzdruck am Feinststaubfilter kontinuierlich gemessen.

Falls bei kontinuierlicher Staubprobensammlung die augenblickliche Staubkonzentration nicht gefordert ist, wird das **Langzeitprobnahmesystem LPS-P** eingesetzt.

Alle Daten werden von dem Zentralrechner erfaßt und gespeichert. Über einen Drucker werden Eingabeprotokoll und Endprotokoll sofort ausgedruckt. Zwischenprotokolle können entweder manuell oder zeitgetaktet ausgedruckt werden.

## 2.1 Analysator



Bild 2: Filtermodul

Die Filtermodule sind als Doppelfilter ausgelegt.

Ein Filtermodul besteht aus einem doppelwandigen, isolierten Gehäuse, in dem sich die Filtereinheit befindet. Zur Beheizung sind zwei Rippenrohrheizkörper im Filtermodul eingebaut. Die für die Heizungsregelung notwendige Temperaturmessung erfolgt mit zwei Thermoelementen.

Zwischen Filteroberteil und Filterunterteil befindet sich die Filterschublade, auf der das Filtermedium liegt.

Der Filterdruckverlust wird durch einen Differenzdruckaufnehmer gemessen. Dieser ist durch ein Druckaufnehmergehäuse geschützt, am Filtermodul befestigt.

Um den Druckaufnehmer vor Kondensat zu schützen sind Kondensatableiter eingebaut.

## 3. Technische Daten

### 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung

LPS-E für Staubmassenkonzentration und Abgasvolumenstrom

*Hersteller:*  
bm becker meßtechnik gmbh, Winnenden

*Eignung:*  
Für geringe Staubgehalte im gereinigten Abgas und Abluft (auch bei Wasserdampfsättigung).

*Meßbereiche bei der Eignungsprüfung:*

Staubgehalt im Gasstrom:	0-15 mg/m <sup>3</sup>
	0-35 mg/m <sup>3</sup>

Abgasvolumenstrom:	3-30 m/s
	3-20 m/s
	3-10 m/s

*Hinweise:*

- Die Reproduzierbarkeit in der Eignungsprüfung betrug 21 und 20 bezogen auf den Meßbereichsendwert von 15 mg/m<sup>3</sup>. Daraus folgt eine Meßunsicherheit von max.  $\pm 0,8 \text{ mg/m}^3$ .
- Bei Abgasen bzw. Abluft mit Wasserdampfsättigung ist das Spülzeitintervall der Differenzdrucksonde anlagenspezifisch zu ermitteln.
- Bei Abgasgeschwindigkeiten unterhalb 3 m/s ist eine zuverlässige Staubmessung nicht mehr möglich. Bei pulsierenden Volumenströmen ist mit einer Vergrößerung der Meßunsicherheit zu rechnen.

*Prüfbericht:*

Technischer-Überwachungsverein Rheinland e.V  
Nr.: 936/8020/008 vom 02.02.1993

### 3.2 Weitere technische Daten:

Staubmenge:	bis 10 g je Filtermodul
Rauchgastemperatur:	bis 200 °C ohne Kühlung
Sondenwerkstoff:	Titan, Edelstahl
Sondendurchmesser:	16, 25 und 40mm
Filterdurchmesser:	300 und 100 mm
Regelzyklus Isokinetik:	1 sec
Genauigkeit der Geschwindigkeitsmessung	< 0,2%
Analogausgänge:	Staubemissionsrate Statischer Druck Rauchgasmenge Rauchgastemperatur Rauchgasdichte
Analogeingänge:	CO <sub>2</sub> O <sub>2</sub> Feuchte
Elektrischer Anschluß:	380 V, 50 Hz 205 V, 60 Hz
Leistungsaufnahme:	10kW
Gewicht:	350 kg

*Hersteller:*



Friedrich-List-Straße 9  
71364 Winnenden

Tel.: 07195 / 9270-0  
Fax: 07195 / 9270-50

# EMISSIONS-MESSEINRICHTUNG BA 3002 RC für Gesamtkohlenstoff



## 1. Anwendungsbereich

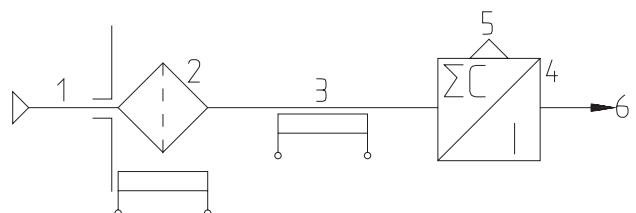
Eignungen zur kontinuierlichen Messung der gasförmigen  $C_nH_m$ -Emissionen aus Anlagen für:

1. Polymerentrocknung, Beschichtung, Lackierung und Trocknung. Des Weiteren zur Installation in Anlagen mit Lösungsmittelrückgewinnung sowie nachträglicher thermischer oder katalytischer Verbrennung wie z.B. in Kaffeeröstereien, eignungsgeprüft vom TÜV Norddeutschland e.V. (Techn. Überwachungsverein), Hamburg, (Bericht-Nr. 128CU03490 v. 16.3.1990 u. 128CU00530 v. 27.7.1987);

2. Abfallverbrennungsanlagen, Anlagen mit Emissionen chlorierter und nicht chlorierter organischer Lösemittel, eignungsgeprüft vom TÜV Nord, Hamburg, (Bericht-Nr. 128CU07710 v. 16.8.1991);

3. Abfallverbrennungsanlagen (mit Nasswäschern) gemäß 17. BImSchV, eignungsgeprüft vom TÜV Nord, Hamburg, Bericht-Nr. 128CU11120 v. 3.3.1993).

Analysator durch die Kapillare K2 am Ausgang X2. Der benötigte Teil des Messgasflusses wird dem Flammenionisationsdetektor (FID) durch Kapillare K1 zugeführt. Das benötigte Brenngas wird mit Hilfe von Druckregler D2 und Durchflußregler R1 dosiert. Das Magnetventil Y3 und das Nadelventil R3 werden zur Zündung des FIDs gebraucht. Die Brennluft für den FID wird vom stabilisierenden Luftstrom abgezweigt und mittels Nadelventil R2 dosiert.



## 2. Aufbau und Arbeitsweise

### 2.1 Gesamtsystem

Die Messeinrichtung besteht i.a. aus dem Analysator, der über eine beheizte Leitung mit einer beheizten Gasentnahmesonde verbunden ist.

### 2.2 Analysator

Das Messgas wird am Eingang X1 über das eingebaute Filter F1 von der Membranpumpe Y4M1 angesaugt. Der Ausgangsdruck der Pumpe wird vom Druckregler D1 konstant gehalten und dessen stabilisierender Gasfluß sowie das überschüssige Messgas verlassen den

Abb. 1 Typischer Aufbau einer Messeinrichtung mit dem Analysator BA 3002 RC

- |   |                         |
|---|-------------------------|
| 1 | Entnahmehohr            |
| 2 | beheiztes Filter        |
| 3 | beheizte Messgasleitung |
| 4 | Analysator              |
| 5 | Auspuff                 |
| 6 | Messwertausgang 4-20 mA |

### 3. Technische Daten

#### 3.1 Ergebnisse der Eignungsprüfung

(wie im Bericht 128C007710)

Bezugsgröße	Messbereichsendwert (MBE)	
Geprüfter Meßbereich	0-25 mgC/m <sup>3</sup>	
Verfügbarkeit	96 %	
Wartungsintervall	14 d	
Beeinflussung des Messsignals durch Änderung d. Probengasdrucks	0,25%MBE/10 hPa	
Nachweisgrenze (Labor)	≤ 0,23% MBE	
Nachweisgrenze (Praxis)	≤ 0,31% MBE	
Geprüfter Temperaturbereich	0...40 °C	
Temperaturabhängigkeit		
- des Nullpunkts	<1% MBE/10K	
- der Empfindlichkeit	<1% MBE/10K	
Querempfindlichkeit Nullpunkt Empfindlichkeit gegenüber	%MBE %MBE	
- H <sub>2</sub> O (125 g/m <sup>3</sup> , N <sub>2</sub> )	<±0,2	<-2,2
- dto. Brenngas H <sub>2</sub> /He	<±0,2	<-0,5
- CO (285 ppm, N <sub>2</sub> )	<±0,2	<±0,2
- dto. Brenngas H <sub>2</sub> /He	<-0,8	<-0,7
- CO <sub>2</sub> (13 Vol.-%, N <sub>2</sub> )	<±0,3	<±0,3
- dto. Brenngas H <sub>2</sub> /He	<+1,1	<+1,2
- NO (307 ppm, N <sub>2</sub> )	<+0,9	<+0,9
- SO <sub>2</sub> (130 ppm, N <sub>2</sub> )	<+0,5	<+0,5
- HCl (50 ppm, N <sub>2</sub> )	<+0,6	<+0,5
Signalanstiegszeit (1,5m VA-Rohr A-∅ = 6mm)		
- Totzeit	2s	
- 90%-Zeit	4s	
Zeitl. Änderung des Nullpunktes	0,7% MBE/14d	
Zeitl. Änderung der Empfindlichkeit	2% MBE/14d	
Relative Standardabweichung der Bewertungsfaktoren	14,6 %	
dto., erweiterte Liste	18,7 %	

#### 3.2 Weitere technische Daten

##### Messbereiche

- kleinster Messbereich 10 ppm bezogen auf C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>
- größter Messbereich 100.000 ppm bez. auf C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>

##### Messbereichswahl

- Grobeinstellung 10;100;1.000;10.000;100.000
- Feineinstellung max. Faktor 11

Lineare Reichweite (Linearität) bis 100.000 ppm

Signalanstiegszeit < 1s

Anlaufzeit < 1h

Signalausgang 4...20 oder 0...20 mA  
Lastwiderstand 500 -

wahlweise 0...10V  
Lastwiderstand 10 k

Messgasfluss ca. 70 l/h

##### Energieverbrauch

- Brenngas Qualität mindestens 5.0

Wasserstoff (H<sub>2</sub>) ca. 1,2 l/h  
oder Wasserstoff/Heilium (H<sub>2</sub>/He) ca. 3,6 l/h

- Steuer- u. Brennluft (trocken, KW-frei) ca. 180 l/h  
Hilfsenergie 220 V, -15...+10%  
50...60 Hz

##### Elektrische Versorgung \*\*

- Aufheizphase 300 W
- Mittelwert im Dauerbetrieb 210 W

Werkstoffe Quarz, Platin, Graphit,  
TEFLON\*, VITON\*, KALREZ\*

Messgasweg vollständig beheizt 160...240°C

Elektronisch geregelter Betrieb einer beheizten Leitung (max. Länge 5m)

Schutzart nach DIN 40050 IP 20 oder IP 51  
Das Gerät kann mit einem Fernsteueranschluß zur Automatisierung der nötigen Bedienvorgänge ausgerüstet werden (Rechnersteuerung).

(\* = Eingetragenes Warenzeichen)

(\*\* = ohne beheizte Leitung)

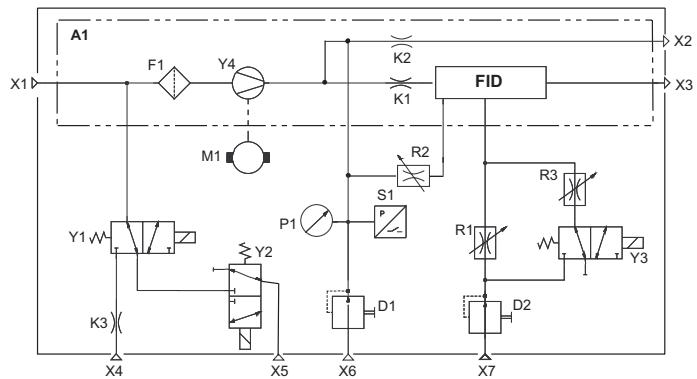


Abb. 2 Fließplan des Analysators BA 3002 RC

A1	- beheizte Analysenkammer
D1	- Messgasdruckregler
D2	- Druckregler für H <sub>2</sub>
F1	- Filter
K1	- Messgaskapillare
K2	- Bypasskapillare
K3	- Kalibriergaskapillare
K4	- Nullgaskapillare
K5	- Begrenzerkapillare
M1	- Motor Messgaspumpe
P1	- Manometer Messgasdruck
R1	- Durchflußregler Brenngas
R2	- Nadelventil Brennluft
R3	- Nadelventil Zündgas
S1	- Druckschalter Messgas
X1	- Messgaseingang
X2	- Messgasbypass
X3	- Detektorauspuff
X4	- Kalibriergas
X5	- Nullgas
X6	- Betriebsluft
X7	- Brenngas
Y1	- Magnetventil Kalibriergas
Y2	- Magnetventil Nullgas
Y3	- Magnetventil Zündgas
Y4	- Messgaspumpe

# EMISSIONS-MESSEINRICHTUNG BA 3006 (mobil) für Gesamtkohlenstoff



## 1. Anwendungsbereich

Eignungen:

1. für Anlagen der 17. BImSchV mit Emissionen chlorierter und nichtchlorierter organischer Lösemittel, kleinster geprüfter Messbereich 0-15 mgC/m<sup>3</sup>, eignungsgeprüft vom TÜV Rheinland (Bericht Nr.936/803017/1 v. 28.3.1995);
2. kontinuierliche Überwachung der Massenkonzentration von Tetrachlorethen (20mg/m<sup>3</sup>) nach Abscheidern, kleinster geprüfter Messbereich 0-80 mg/m<sup>3</sup> Tetrachlorethen, eignungsgeprüft vom TÜV Rheinland (Bericht Nr.936/803017/2 v. 28.3.1995);
3. da der BA 3006 die mobile Version des BA 3002 RC darstellt, gelten auch die Eignungen in der Eignungsbekanntgabe im GMBI 1993, S. 469.

## 2. Aufbau und Arbeitsweise

### 2.1 Gesamtsystem

Die Messeinrichtung besteht i.a. aus dem Analysator, der über eine beheizte Leitung mit einer Gasentnahmesonde oder einem Vorfilter, jeweils beheizt, verbunden ist.

### 2.2 Analysator

Das Messgas wird am Eingang X1 über das eingebaute Filter F1 von der Membranpumpe Y6M1 angesaugt. Der Ausgangsdruck der Pumpe wird vom Druckregler D2 konstant gehalten und dessen stabilisierender Gasfluß sowie das überschüssige Messgas verlassen den Analysator durch die Kapillare K2 am Ausgang X2. Der benötigte Teil des Messgasflusses wird dem Flammenionisationsdetektor (FID) durch Kapillare K1 zugeführt. Der Druckregler D2 wird mit gereinigter Umgebungsluft gespeist, die von der Frischluftpumpe Y7M1

verdichtet wird. Davon werden auch die Brennluft und das Nullgas durch Filterung (F1 Aktivkohle) erzeugt. Mit Hilfe von Magnetventil Y4 kann als Brenn- und Nullgas auch z.B. synthetische Luft verwendet werden. Die Umschaltung erfolgt mittels Druckschalter S2, sobald am Eingang X5 genügender Druck vorhanden ist. Die Brennluft für den FID wird mittels Druckregler D3 und Nadelventil R2 dosiert. Das benötigte Brenngas wird mit Hilfe von Druckregler D1 und Durchflußregler R1 dosiert. Das Magnetventil Y1 und das Nadelventil R2 werden zur Zündung des FIDs gebraucht.

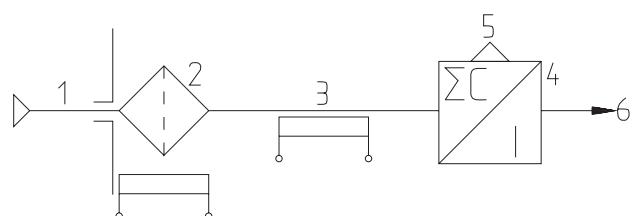


Abb. 1 Typischer Aufbau einer Messeinrichtung mit dem Analysator BA 3002 RC

- |   |                         |
|---|-------------------------|
| 1 | Entnahmerohr            |
| 2 | beheiztes Filter        |
| 3 | beheizte Messgasleitung |
| 4 | Analysator              |
| 5 | Auspuff                 |
| 6 | Messwertausgang 4-20 mA |

### 3. Technische Daten

#### 3.1 Ergebnisse der Eignungsprüfung

(wie im Bericht 936/803017/1)

Bezugsgröße	Messbereichsendwert (MBE)
Geprüfter Messbereich	0-15 mgC/m <sup>3</sup>
Verfügbarkeit	> 96%
Wartungsintervall	3d
Nachweisgrenze (Feldtest)	≤ 2,0% MBE
Querempfindlichkeit Nullpunkt gegenüber	Empfindlichkeit %MBE
- H <sub>2</sub> O (25 Vol.-%, N <sub>2</sub> )	0,0
- CO (461 mg/m <sup>3</sup> , N <sub>2</sub> )	≤ -0,6
- CO <sub>2</sub> (18 Vol.-%, N <sub>2</sub> )	≤ -0,6
- NH <sub>3</sub> (18 mg/m <sup>3</sup> , N <sub>2</sub> )	0,0
- N <sub>2</sub> O (19 mg/m <sup>3</sup> , N <sub>2</sub> )	± 0,6
- NO (310 mg/m <sup>3</sup> , N <sub>2</sub> )	≤ +0,6
- NO <sub>2</sub> (146 mg/m <sup>3</sup> , N <sub>2</sub> )	0,0
- SO <sub>2</sub> (258 mg/m <sup>3</sup> , N <sub>2</sub> )	± 0,6
- HCl (78 mg/m <sup>3</sup> , N <sub>2</sub> )	+ 0,6
- O <sub>2</sub> (20...0 Vol.-%)	≤ +1,3
Signalanstiegszeit (3m VA-Rohr A- $\phi$ =6mm)	≤ ±2,0
- Totzeit	≤ 10s
- 90%-Zeit	≤ 60s
Zeitl. Änderung des Nullpunktes	≤ ±1,9% MBE/7d
Zeitl. Änderung der Empfindlichkeit	≤ ±3,8% MBE/7d
Relative Standardabweichung der Bewertungsfaktoren	≤ 11,9%

#### 3.2 Weitere technische Daten

##### Messbereiche

- kleinster Messbereich 10 ppm bezogen auf C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>
- größter Meßbereich 100.000 ppm bez.auf C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>

##### Messbereichswahl

- Grobeinstellung 10;100;1.000;10.000;100.000
- Feineinstellung max.Faktor 11

Lineare Reichweite(Linearität) bis 100.000 ppm

Signalanstiegszeit < 1s

Anlaufzeit < 1h

Signalausgang 4...20 oder 0...20 mA  
Lastwiderstand 500 Ω

- wahlweise 0...10V  
Lastwiderstand ≤ 10 kΩ

Messgasfluß ca. 70 l/h

##### Energieverbrauch

- Brenngas Qualität mindestens 5.0  
Wasserstoff (H<sub>2</sub>) ca. 1,2 l/h

oder WasserstoffHelium (H<sub>2</sub>He) ca. 3,6 l/h

- Steuer- u. Brennluft (trocken, KW-frei), falls nicht interne Quelle genutzt wird ca.180 l/h

Hilfsenergie 220 V, -15...+10%  
50...60 Hz

##### Elektrische Versorgung \*\*

- Aufheizphase ≤ 300W

- Mittelwert im Dauerbetrieb ≤ 210W

Werkstoffe Quarz, Platin, Graphit,  
TEFLON\*, VITON\*, KALREZ\*

Messgasweg vollständig beheizt 160...240 °C

Elektronisch geregelter Betrieb einer beheizten

Leitung (max. Länge 5 m)

Schutzart nach DIN 40050 IP 20

Das Gerät ist optionell mit einer Zündautomatik  
augestattet.

(\* = Eingetragenes Warenzeichen)

(\*\* = ohne beheizte Leitung)

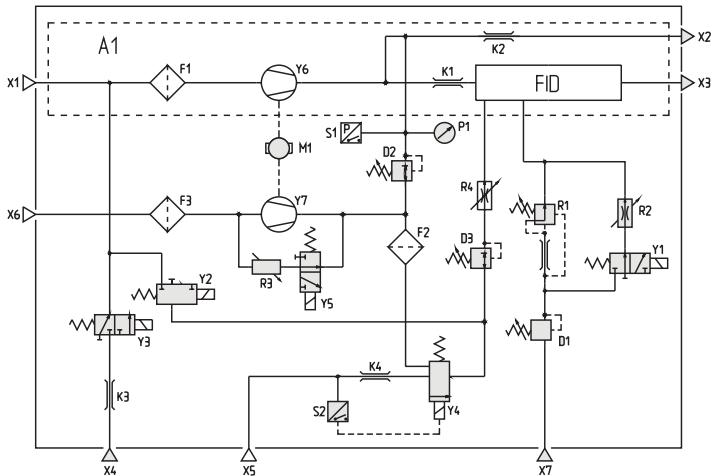


Abb. 2-Fließplan des Analysators BA 3006

A1	- beheizte Analysenkammer
D1	- Druckregler für H <sub>2</sub>
D2	- Messgasdruckregler
F1	- Filter
K1	- Messgaskapillare
K2	- Bypasskapillare
K3	- Kalibriergaskapillare
K4	- Nullgaskapillare
M1	- Pumpenmotor
P1	- Manometer Messgasdruck
R1	- Durchflussregler Brenngas
R2	- Nadelventil Zündgas
R3	- Nadelventil Bypass
R4	- Nadelventil Brennluft
S1	- Druckschalter Messgas
S2	- Druckschalter intern/extern
X1	- Versorgung Brenn-/Nullgas
X2	- Messgaseingang
X3	- Messgasbypass
X4	- Detektorauspuff
X5	- Kalibriergas
X6	- Brenn-/Nullgas extern
X7	- Frischluftansaugung
Y1	- Brenngas
Y2	- Magnetventil Zündgas
Y3	- Magnetventil Nullgas
Y4	- Magnetventil
Y5	- Kalibriergas
Y6	- Magnetventil intern/extern
Y7	- Versorgung Brenn-/Nullgas
	- Magnetventil Bypass
	- Frischluftpumpe
	- Messgaspumpe
	- Frischluftpumpe

# Monitor 90 Ecometer

## Der Abgaswächter

Mikroprozessorgesteuerter Gasanalysator für die vollautomatische Bestimmung von HCl oder HF in Emissionen gemäß 17. BImSchV und von NH<sub>3</sub>.

### Einsatzgebiete

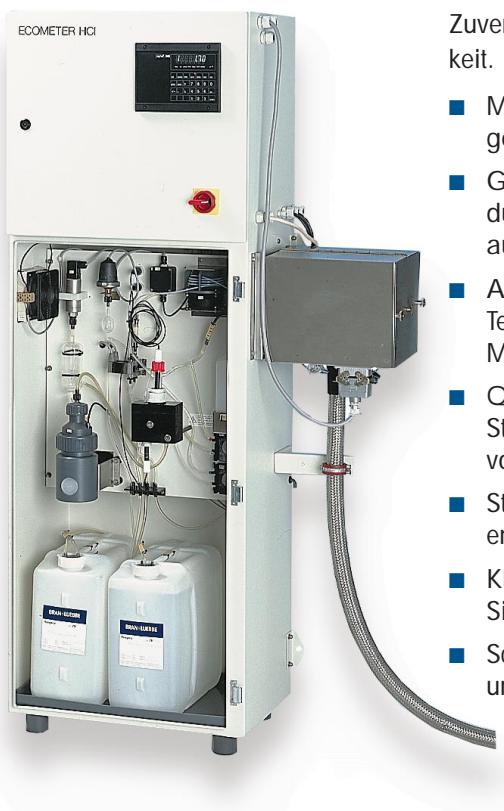
Die Monitore 90 Ecometer HCl, HF oder NH<sub>3</sub> werden zum Nachweis gasförmiger anorganischer Chlor-, Fluor- oder Ammoniumverbindungen verwendet.

Ideal für die Betriebsüberwachung und Emissionskontrolle von rohen und gereinigten Abgasen nach BImSchV.

Durch die hohe Verfügbarkeit eignet sich das Ecometer als Geber für Steuer- und Regelkreise in Anlagen zur Emissionsminderung, z.B. in

- Müll- und Schlammverbrennungsanlagen
- Feuerungsanlagen, Kraftwerke
- Anlagen der Aluminiumindustrie
- Anlagen der Glas- und Keramikindustrie.

Die Einbindung in bereits bestehende Anlagen ist dank der modernen Mikroprozessorsteuerung und der einfachen Bedienbarkeit kein Problem.



Ecometer HCl

### Vorteile

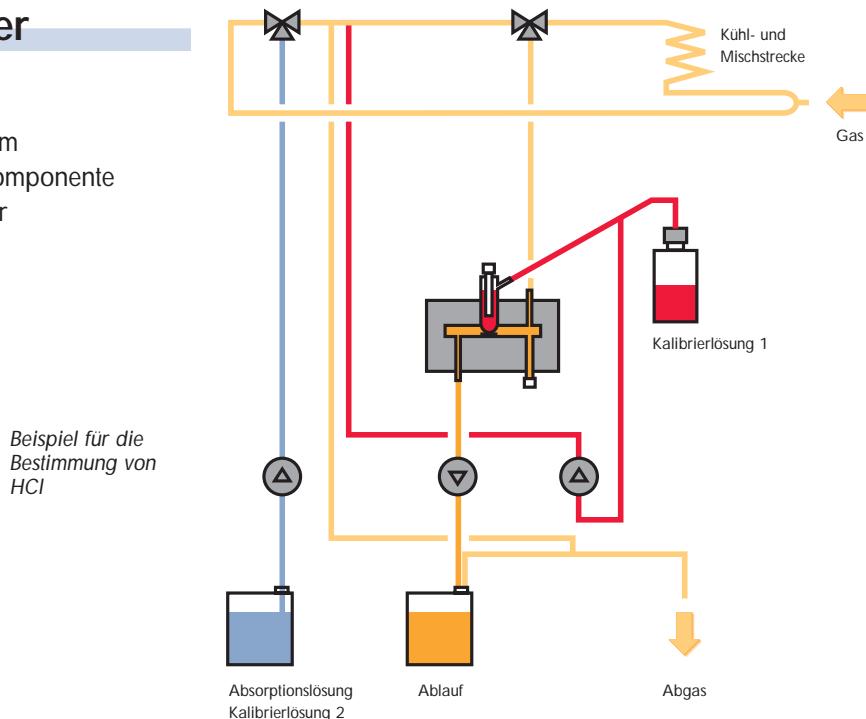
Das Monitor 90 Ecometer bietet hohe Präzision bei praxiserprobter Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit.

- Minimale Betriebskosten durch geringen Reagenzverbrauch
- Geringer Wartungsaufwand durch Selbstüberwachung und automatische Kalibration
- Automatische Druck- und Temperaturkorrektur des Messwertes
- Querempfindlichkeit gegenüber Störkomponenten geringer als vom Gesetzgeber gefordert
- Standardabweichung und Drift entsprechen der 17. BImSchV
- Klar definierte Ausgänge und Signale im Industriestandard
- Schnittstellen für Drucker, PC und Modem optional

## Messverfahren Ecometer

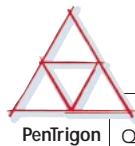
Potentiometrisches Messprinzip:

Über ein beheiztes Gasentnahmesystem wird die Probe angesaugt, die Messkomponente absorbiert und anschließend mit einer ionensensitiven Elektrode gemessen.



## Technische Daten

<b>Messverfahren</b>	potentiometrisch	<b>Probe (Entnahmestelle)</b>	
<b>Kleinster Messbereich</b>		Druck	800 - 1000 mbar abs.
HCl	0 - 15 mg/m <sup>3</sup>	Druckdifferenz	± 40 mbar gegen Atm
HF	0 - 2 mg/m <sup>3</sup>	Temperatur	max. 673 K (400°C)
NH <sub>3</sub>	0 - 10 mg/m <sup>3</sup>	Entnahmemenge	ca. 50 - 70 l/h
<b>Genauigkeit</b>	< ±5% vom MBE	Staub	max. 20 g/m <sup>3</sup>
<b>Nachweisgrenze</b>	typ. 1-4% vom MBE	<b>Entnahmesonde</b>	für Flansch DN 65 (DIN 2631)
<b>Nullpunkt drift</b>	< 2%/24 h	<b>Netzanschluss</b>	230 V, andere Spg. optional
<b>Empfindlichkeitsdrift</b>	< 4 %/24 h	Toleranz	±10%
<b>Anzeige</b>	in Nm <sup>3</sup> feucht, kann auf Nm <sup>3</sup> trocken korrigiert werden	Frequenz	50 oder 60 Hz
<b>Ausgangssignal</b>	0/4-20 mA, Bürde 400 Ohm Kennlinie linear Option: galvan. Trennung Schnittstelle RS 232, RS 485 (busfähig)	<b>Anschlusswert</b>	
<b>Grenzwertsignal</b>	potentialfreier Arbeitskontakt max. Belastung 50 V, 2 A, 80 VA	Gerät	ca. 900 VA
<b>Status/Störsignal</b>	potentialfreier Arbeitskontakt max. Belastung 50 V, 2 A, 80 VA	Entnahmleitung	ca. 125 W/m bei 200°C ca. 200 W/m bei 300°C
		Entnahmesonde	ca. 900 VA
		<b>Umgebungstemperatur</b>	278 - 308 K (5 - 35°C)
		<b>Farbe</b>	grauweiß (RAL 9002)
		<b>Aufstellung</b>	freistehend
		<b>Anschluss für Probenleitung</b>	rechts (Freiraum 600 mm erforderlich)
		<b>Schutzart</b>	IP 54 DIN 40050
		<b>Gewicht</b>	ca. 140 kg
		Entnahmesonde	ca. 20 kg
		<b>Abmessungen (HxBxT)</b>	1795x600x410 mm



ISO 9001  
Quality Certificate



Abbildung 1: Filterwächter PFM 92

## 1. Anwendungsbereich

Die Filterwächter der Geräteserie PFM 92 dienen der qualitativen Überwachung von staubförmigen Emissionen. Einsatzgebiet ist die Registrierung des Reingas - Staubgehaltes nach Entstaubungsanlagen in allen Bereichen der Industrie. Besondere Schwerpunkte liegen dabei in der Baustoffindustrie, der chemischen Industrie sowie der metallurgischen Industrie. Zunehmende Bedeutung erlangt auch die Nahrungsgüter- und Futtermittelindustrie. Neben dem Nachweis über die Einhaltung der Grenzwerte ist auch eine Überwachung von Produktverlusten über die Abluft möglich.

Als Ausgangssignale stehen dem Anwender ein der Staubkonzentration proportionales 4...20 mA-Signal sowie zwei potentialfreie Grenzwertkontakte zur Verfügung.

Durch die kompakte und robuste Bauweise sowie den minimalen Montage- und Wartungsaufwand ist der Einsatz eines Filterwächters der Geräteserie PFM 92 auch bei der Überwachung von kleineren Filteranlagen sinnvoll.

Die Geräteserie PFM 92 verfügt über zwei Betriebsmodi. Im integrierenden Modus erfolgt mit zunehmendem Filterverschleiß ein langsamer Anstieg des Meßsignals. Bei Überschreiten eines voreingestellten, frei wählbaren Grenzwertes

## Filterwächter PFM 92 / PFM 92C

kann man den Integrationsmodus verlassen und die Momentanwerte des Meßsignals aufzeichnen. Dabei entsteht ein typisches Filterdiagramm, mit dessen Hilfe eine effektive Filterdiagnose möglich ist.

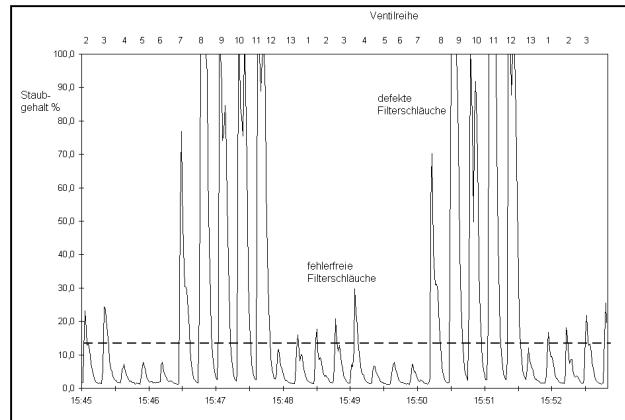


Abbildung 2: Typisches Filterdiagramm im Betriebsmodus Integral Off

Damit ist eine exakte Planung von Wartungsarbeiten sowie ein selektiver Austausch von defekten Filterelementen möglich, so daß eine optimale Ausnutzung des Filtermaterials bis zur Verschleißgrenze gewährleistet wird.

Der kompakte Filterwächter PFM 92C bietet im Prinzip alle Funktionen des Standardgerätes. Durch das Fehlen des Displays vor Ort sowie die Realisierung aller Schaltfunktionen direkt auf der Sondenplatine ist diese Version zum Aufbau von kompletten betrieblichen Überwachungssystemen prädestiniert.



Abbildung 3: Kompakter Filterwächter PFM 92C

Die Aufzeichnung der Meßsignale erfolgt üblicherweise in einem Prozeßleitsystem bzw. für behördliche Zwecke auf Schreibern oder dem Emissionsauswerterechner. Besonders komfortabel gestaltet sich jedoch die Aufschaltung auf einen separaten PC mit spezieller Software. Dort besteht unter anderem auch die Möglichkeit, daß ein Defekt sofort unter exakter Angabe des betroffenen Filterelementes angezeigt wird.

Für Betreiber mit einer Vielzahl von nicht überwachungspflichtigen Filteranlagen sowie für Serviceteams ist der Filterwächter PFM 92 in der mobilen Version ein effektives Hilfsmittel.

## **2. Aufbau und Arbeitsweise**

Der Filterwächter PFM 92 besteht aus einer isolierten Sonde, die in die Reingasleitung installiert wird. Die durch kontakt- und triboelektrische Vorgänge übertragene Ladung wird als Strom abgeleitet, in der Auswerteeinheit umgeformt, verstärkt und als Einheitssignal (4...20 mA) bereitgestellt. Über zwei integrierte, potentialfreie und frei einstellbare Grenzwertkontakte kann ein Überschreiten des zulässigen Emissionswertes zuverlässig signalisiert werden.

Dabei ist die Auswerteeinheit beim Standardgerät als separates Modul ausgeführt. Auf dem integrierten Display kann der prozentuale Staubanteil sofort abgelesen werden. Zudem verfügt die Auswerteeinheit über ein komfortables Bedientableau, auf welchem alle Schaltfunktionen realisierbar sind. Insbesondere bei der Überwachung von Einzelfiltern oder wenn die Auswerteeinheit an einer gut sichtbaren Stelle plaziert werden kann, ist diese Variante eine optimale Lösung für die effektive Filterüberwachung.

Beim kompakten Filterwächter PFM 92 C entfällt dieses separate Modul. Alle Funktionen werden direkt im Sondenkopf realisiert. Da ein Ablesen der Meßwerte vor Ort nicht möglich ist, empfiehlt sich für diese Variante die Einbindung in ein Leitsystem.

## **3. Technische Daten**

### **3.1 Daten aus der Eignungsprüfung**

Der Filterwächter PFM 92 besitzt die Eignungsprüfung nach TA Luft bereits seit Frühjahr 1996. Die Prüfung selbst erfolgte in einem 3-mona-

tigen Praxistest mit 2 Geräten an einer Mahlalage zur Kalkerzeugung. Im Rahmen dieses Praxistests wurden die Mindestanforderungen für die Eignungsprüfung nach TA Luft erfüllt. Die Kalibrierfähigkeit in den Meßbereichen 0...50 mg/m<sup>3</sup> und 0...300 mg/m<sup>3</sup> wurde nachgewiesen. Als Nachweisgrenze werden 0,1 mg/m<sup>3</sup> erreicht.

Da bei dem kompakten Filterwächter PFM 92C lediglich die Auswerteelektronik vereinfacht und direkt in den Sondenkopf integriert wurde, erfolgte im Sommer 1998 eine Ergänzungsprüfung. Die Mindestanforderungen an die einzelnen Geräteparameeter für die Zulassung als Meßsystem nach TA Luft wurden erfüllt.

Bei allen Ausführungen des PFM 92 ist zu beachten, daß Abgasgeschwindigkeiten größer als 5 m/s erforderlich sind sowie der Taupunkt des Abgases nicht dauerhaft unterschritten wird.

Aufgrund des verwendeten Meßprinzips ist eine Referenzpunktkontrolle am PFM 92 und PFM 92C nicht vorhanden. Aus diesem Grunde wurden die Kalibrierdaten vom Beginn und vom Ende der Eignungsprüfung für die Referenzpunktkontrolle verwendet. Durch diese Maßnahme konnte die Driftfreiheit des Meßsignals im Rahmen der zulässigen Abweichungen nachgewiesen werden.

Für den normalen Einsatz unter Betriebsbedingungen genügt deshalb eine Plausibilitätsprüfung der Meßwerte. Eine Referenzpunktkontrolle ist nicht erforderlich.

### **3.2 Allgemeine technische Daten**

Meßbereiche: 0,1 mg/m<sup>3</sup> bis 1000 mg/m<sup>3</sup> in Abhängigkeit von Staubart und den Eigenschaften des Trägergases

Sondentemp.: max. 260°C, höher auf Anfrage

Schutzart: IP 65

Netzanschluß: 230V 50/60 Hz bzw. 24V DC  
110V 50/60 Hz

Sondenlänge: 300mm (bzw. auf Anfrage)

Leistungs-aufnahme: 10 W (PFM 92 Standard)  
5 W (PFM 92C)



## Mehrkomponentenmeßgerät für Staub und Abgasvolumenstrom PFM 97

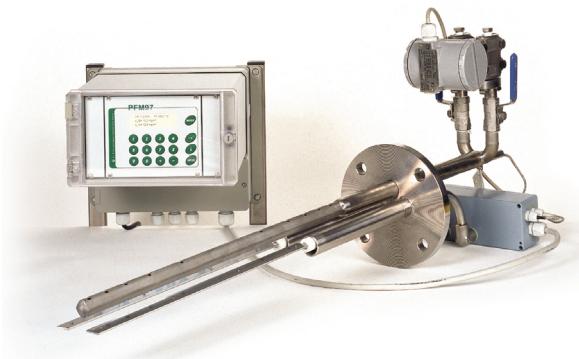


Abbildung 1: Gesamtansicht Staubkonzentrationsmeßgerät PFM 97

### 1. Anwendungsbereich

Potentielle Anwendungsgebiete für das Staubkonzentrationsmeßgerät PFM 97 ergeben sich insbesondere in der Zementindustrie, Kraftwerken, Verbrennungsanlagen sowie für die verschiedenen Bereiche der chemischen und metallurgischen Industrie.

Dem Anwender stehen die Staubkonzentration unter Betriebsbedingungen, unter Normbedingungen sowie optional die Abgasgeschwindigkeit und die Abgastemperatur als analoges 4..20 mA - Ausgangssignal zur Verfügung.

Durch die robuste und kompakte Bauweise (keinerlei bewegte oder optische Bauelemente) werden keine zusätzlichen Schutz-, Spül- oder Kühleinrichtungen benötigt. Dadurch werden minimale Betriebskosten und ein minimaler Wartungsaufwand sichergestellt.

Ein weiterer Vorteil ist die einfache Montage in nur einem Flansch. Dafür ist kein Spezialwerkzeug erforderlich. Ebenso entfällt eine komplizierte Ausrichtung des Staubkonzentrationsmeßgerätes PFM 97 in der Rohrleitung. Eine Anpassung an bereits vorhanden Stutzen ist auf Anfrage über Adapterflansche problemlos möglich.

Mit dem kontinuierlichen Staubmeßgerät PFM 97 ist es gelungen, ein in der klassischen Staubmeßtechnik bisher weitgehend unbekanntes Meßprinzip in eine neue Generation industrietauglicher Meßgeräte umzusetzen.

Aufgrund der in der Eignungsprüfung vom TÜV Rheinland erzielten positiven Ergebnisse wurde das PFM 97 als eignungsgeprüfte Meßeinrichtung für staubförmige Emissionen und den Abgasvolumenstrom für Anlagen nach 13. und 27. BImSchV sowie TA-Luft nach mechanischen und filternden Abscheidern bekanntgegeben.

Dabei beträgt der kleinste eignungsgeprüfte Meßbereich für Staub 0...20 mg/m<sup>3</sup>. Damit wurde der Nachweis erbracht, daß das Gerät den Anforderungen für behördliche Überwachungsaufgaben entspricht.

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

Das Staubmeßgerät PFM 97 besteht aus Sonde und Auswertegerät. Auf die Meßsonde sind zwei Staubsensoren zur Aufnahme des Staubsignals und die Staudrucksonde mit integriertem Temperaturfühler zur Ermittlung der Geschwindigkeit und der Temperatur montiert. Dabei ist die Sonde so gestaltet, daß sie sich zum Einbau in einen Stutzen NW 100 eignet.

Die Anordnung der Staubsensoren, die ein scharfkantiges trapezförmiges Profil besitzen, erfolgt auf gleicher Höhe in Strömungsrichtung. Das gewählte Profil für die Staubsensoren gewährleistet einen geringen Verschmutzungsgrad und ermöglicht so über einen langen Zeitraum eine stabile Messung.

Die Staubmessung erfolgt über redundante Sensoren. So können auftretende Fehler wie zum Beispiel Sensorsausfall, gravierende Verschmutzungen und Staubbrücken erkannt werden.

Die Staudrucksonde ist mittig vor den Staubsensoren angeordnet. Die beschriebene Anordnung wurde patentrechtlich geschützt.

Im Sondenkopf befinden sich der Vorverstärker für die Aufnahme des Staubsignals, der direkt am Staudruckrohr angeflanschte Drucktransmitter und die im Vorverstärker integrierte Temperaturauswertung. Die Auswerteeinheit beinhaltet neben dem Anzeigedisplay und der Bedienungs-

oberfläche noch die für die Auswertung der Signale benötigte Elektronik.

Die auf der Sonde auftreffenden Staubteilchen erzeugen Ladungen, welche von der Sonde als pA-Strom abgeleitet werden. Eine Null- / Referenzpunktkontrolle erfolgt geräteintern durch Trennen des Stromkreises zwischen den Sonden und der Elektronik bzw. durch Aufschalten eines generierten Referenzsignals.

### 3. Technische Daten

#### 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung

Da in der Praxis variable Einstellungen von Staubkonzentration und Strömungsgeschwindigkeit nicht gewährleistet werden können, wurden neben dem 3-monatigen Praxistest in einem kommunalen Heizkraftwerk sowie einer industriellen Reststoffverbrennungsanlage auch verschiedene Untersuchungen an einem Staubmeßkanal durchgeführt. Die geprüften Meßbereiche betrugen 0...20 mg/m<sup>3</sup> Staub und 0...25 m/s Abgasgeschwindigkeit.

Wie bei konventionellen optischen Staubmeßgeräten hängt auch bei triboelektrischen Geräten das Signal von typischen Staubparametern (z.B. Korngrößenverteilung) ab. Experimentell wurde nachgewiesen, daß der Einfluß durch die Temperatur, Gaszusammensetzung und Feuchte im allgemeinen vernachlässigt werden kann. Bei der Gasfeuchte ist lediglich zu beachten, daß der Taupunkt des strömenden Gases nicht dauerhaft unterschritten werden darf.

Der Staubgehalt des Gasstromes hat direkten linearen Einfluß auf die Anzahl der Ladungen, die zwischen Feststoffteilchen und Sensoroberfläche ausgetauscht wird. Der triboelektrische Aufladungsstrom ist somit direkt proportional zur Staubkonzentration.

Nach der Staubkonzentration hat die Geschwindigkeit des Gases den größten Einfluß auf den Aufladungsstrom bei der triboelektrischen Messung. Das triboelektrische Meßsignal steht mit der Staubkonzentration in linearer und mit der Geschwindigkeit in potentieller Abhängigkeit.

Die Kalibrierfähigkeit des Mehrkomponentenmeßgerätes PFM 97 wurde unter Berücksichtigung der Staubkonzentration sowie der Abgasgeschwindigkeit in allen Versuchen nachgewie-

sen. Die ermittelten Kalibrierkonstanten sind anlagen- und staubspezifisch zu verwenden.

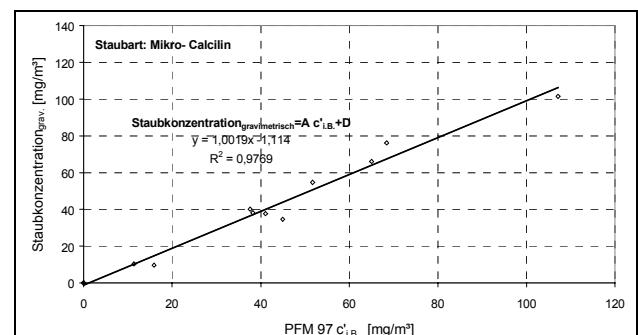
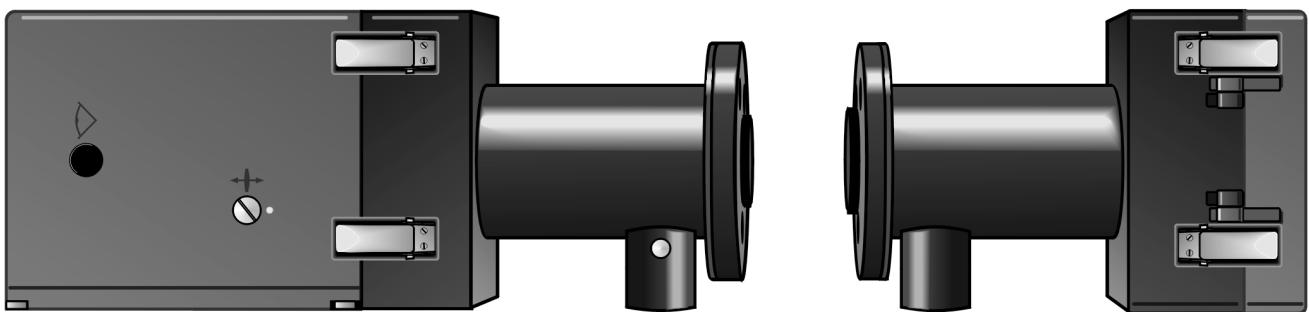


Abbildung 2: Kalibrierfunktion PFM 97

Wartungsarbeiten beschränken sich auf eine Plausibilitätskontrolle der Meßwerte sowie auf die Reinigung der Meßsonde. Bedingt durch die spezielle Sondengeometrie lassen sich die Wartungsintervalle stark ausdehnen. Zusätzlich sind Null- und Referenzpunkt mit Hilfe eines automatischen Zyklus zu überprüfen. Weiterführende Arbeiten sind nicht erforderlich.

#### 3.2 Allgemeine technische Daten

Meßbereiche:	(entsprechen 4...20 mA)
Temperatur:	0...300 °C
Geschwindigkeit:	0...25 m/s (andere möglich)
Staub i.B.:	0...15 bis 0...500 mg/m <sup>3</sup> (frei konfigurierbar)
Staub i.N. tr.:	0...15 / 0...45 / 0...150 / 0...500 mg/m <sup>3</sup>
Statussignale:	Störung, Wartung, Grenzwert 1, Grenzwert 2, Meßbereich A, Meßbereich B
Abmessungen:	Sonde: 300 x 400 x 1000, Gewicht ca. 10 kg
Bedieng.:	305 x 240 x 300 -20...+50 °C
Umgebungstemp.:	230 V / 50...60 Hz
Spannungsvers.:	max. 500 Ω
Bürde:	max. 42 V DC bei 2 A
Digitalkontakte:	



### 1. Anwendungsbereiche

Das DURAG-Staubkonzentrations-Messgerät D-R 280-10 wird zur kontinuierlichen Messung der Stäube in Rauchgaskanälen und Staubabzugsleitungen eingesetzt. Nach TA Luft und 13. BlmSchV ist es geeignet für Feuerungsanlagen mit Steinkohle-, Braunkohle-, Heizöl- und Mischfeuerungen Konverteranlagen, Asphaltmischanlagen und Anlagen zur Zementherstellung sowie alle Anlagen, bei denen die Staubkonzentration quantitativ gemessen werden soll.

Typgeprüft nach den Richtlinien des Bundesministers des Innern für Emissions-Messgeräte (RdSchr. d. BMI v. 21.7.1980, UII 8-556134/4) durch den TÜV Rheinland, Prüfbericht Nr. 936/802003-2 vom 10.12.82. Aufgeführt in der Liste der geeigneten Messgeräte zur laufenden Aufzeichnung von Emissionen im Gemeinsamen Ministerialblatt des Bundesministers des Innern Nr. 16 vom 15.6.1983.

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

Das Gerät arbeitet im Zweistrahl-Wechsellichtverfahren nach dem Autokollimationsprinzip, d.h. der Lichtstrahl durchquert zweimal die Messstrecke. Die Lichtstrahlschwächung durch den Staubgehalt in der Messstrecke wird gemessen und ausgewertet.

Die Umschaltung zwischen Messlichtstrahl und Vergleichslichtstrahl erfolgt durch eine elektromagnetisch betätigtes Blende. Die Vergleichsmessung erfolgt alle 2 min für die Dauer von 2 s. Ein Fotoelement empfängt

abwechselnd den Mess- und den Vergleichslichtstrahl. Ebenso ist nur ein gemeinsamer Verstärker für Messlichtstrahl und Vergleichslichtstrahl vorhanden. Dadurch werden die Alterung der Glühlampe, des Fotoelementes und die Temperatureinflüsse sowie die Langzeitdrift der Verstärker kompensiert.

Das Sendelicht ist mit 1,2 kHz moduliert, d.h. keine Beeinflussung durch Gleichlicht (Tageslicht usw.). Das Kernstück des D-R 280-10 besteht aus einem frei programmierbaren Mikroprozessor.

Über eine Brücke im Klemmenkasten kann ein 64" Integral eingeschaltet werden. Dieses arbeitet gleitend und bewirkt eine beruhigte Anzeige. 5 Messbereiche umschaltbar 0,1, -0,2, -0,4, -0,8, -1,6 Extinktion.

Zur ordnungsgemäßen Funktion führt das D-R 280-10 in periodischen Abständen von 2 Stunden einen Kontrollzyklus durch. Hierbei werden der Nullpunkt, die Verschmutzung der optischen Grenzflächen, sowie ein Referenzwert automatisch gemessen und angezeigt. Die nachfolgenden Messwerte werden, wenn notwendig, automatisch korrigiert. Übersteigt die Korrektur einen bestimmten Wert, so wird eine Meldung erzeugt.

#### 2.1 Gesamtsystem

Zur Standardausrüstung gehören:

- Messkopf D-R 280-10
- Dazu entweder
- Reflektor D-R 280-I für Messstrecken 0,4-3,2 m oder

- Reflektor D-R 280-II für Messstrecken 2,8-7,5 m oder
- Reflektor D-R 280-III für Messstrecken 7-14,0 m
- 2 Einschweißrohre mit Justierflanschen
- Anschlussklemmenkästen
- 1 Spülflufeinheit (2 Gebläse) zur Sauberhaltung der Abschlusscheiben

## 2.2 Zubehör optional

- 2 Weterschutzhäuben für Messkopf und Reflektor
- 2 Weterschutzhäuben für die Gebläseeinrichtung

Die Weterschutzhäuben sind nicht erforderlich, wenn die Geräte in geschützten Räumen montiert werden.

- Automatische Schnellschlussklappen als Schutz für Messkopf und Reflektor bei einem Ausfall der Spülflufversorgung, mit Luftstromfühlern zur Überwachung der Spülfluf, Schaltgeräten zur Steuerung der Schutzeinrichtung.

Anschließbar sind Emissionsrechner wie z.B. DURAG D-MS 500. Die notwendigen Statussignale sind vorhanden.

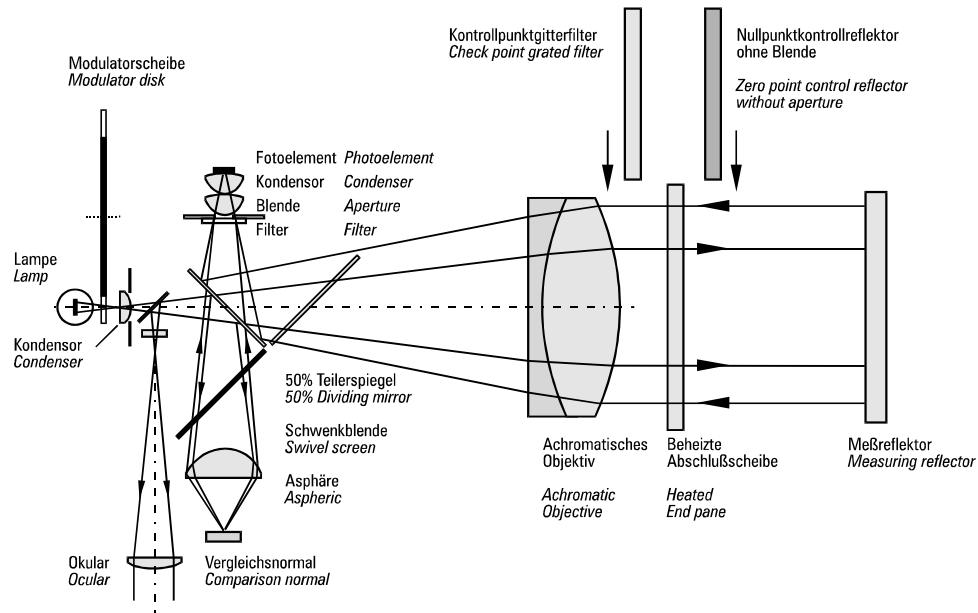
Den Geräteleferungen werden ausführliche Unterlagen für die Montage und Installation beigegeben.

Zum Ausrichten der Einschweißrohre stellen wir im Bedarfsfall leihweise eine optische Visiereinrichtung zur Verfügung. Zur Inbetriebnahme und optisch/elektrischen Justierung entsenden wir auf Anforderung unsere Techniker, um gleichzeitig Ihr Personal in die Wirkungsweise und Wartung des Gerätes einzzuweisen.

## 3. Technische Daten

### 3.1 Ergebnisse der Eignungsprüfung

Bezugsgröße	Messbereichsendwert (ME)
Messbereiche:	
D-R 280-10	0-0,1, -0,2, -0,4, -0,8, -1,6 Extinktion
D-R 280-10 OP	0,2 und 0,8 Extinktion 25, 50 und 100% Opazität
Wartungsintervall	4-6 Wochen
Zulässiger Umgebungs-temperaturbereich	- 20°..+ 50°C
Störeinfluss durch Auswanderung des Lichtstrahls	<2% v. ME /± 0,5°
Temperaturabhängigkeit	



des Nullpunktes	<2% v. ME/10 K
Temperaturabhängigkeit	
der Empfindlichkeit	<0,2% v. ME/10 K
Zeitliche Änderung des Nullpunktes	<1% v. ME/3 Monate
Zeitliche Änderung der Empfindlichkeit	<2% v. ME/3 Monate

### 3.2 Sonstige technische Daten

Länge d. Messstrecke	400 - 14.000 mm
Netzspannung	115 / 230 Volt ±10%
Frequenz	60 / 50 Hz
Leistungsaufnahme	ca. 50 VA
Ausgangssignal	4 - 20 mA / 500 Ohm
Schutzart	IP 65
Garantiefehlergrenze	± 2% ME

Belastbarkeit	250 Volt / 100 VA
der Relaiskontakte	

#### Technische Daten der Spülflufeinheit

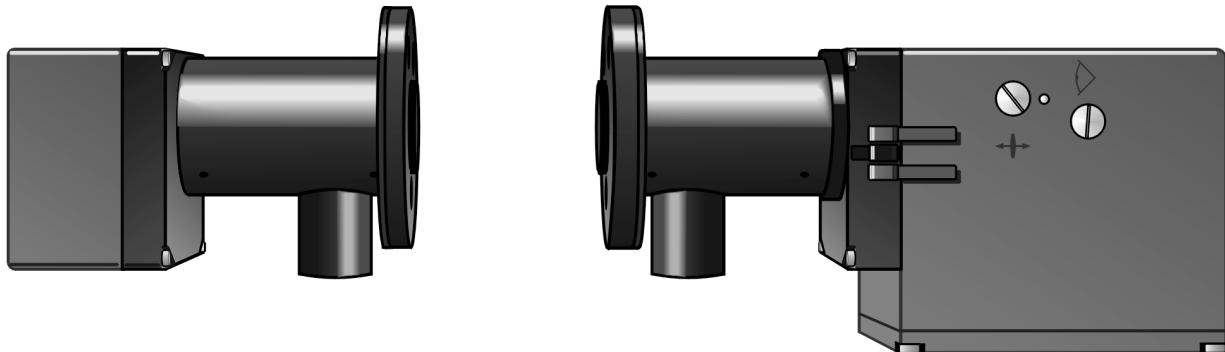
Spannung	200-240 V Δ, 345-415 V Y
Frequenz	50 Hz
Stromaufnahme	2,8/1,6 A
Andere Spannungen und Frequenzen auf Anfrage	
max. Fördermenge	2,3m 3 /min bei 0 mm WS

#### Gewichte

Messkopf	16 kg
Reflektor	6 kg
Justierflansch	4 kg / je Stück (2 Stück)
Spülflufeinheit kompl.	15 kg / je Stück( 2 Stück)

*Solutions for  
Emission and  
Combustion*





## 1. Anwendungsbereiche

Typische Anwendungsbereiche sind die Überwachung von Heizwerken, Kesselanlagen in der Industrie, in Kasernen, Krankenhäusern, Schulen usw., Entstaubungs- und Filteranlagen sowie die Steuerung von Prozessen in der chemischen Industrie.

Das Rauchdichtemessgerät D-R 216 eignet sich zur Überwachung gas- bzw. staubförmiger Emissionen laut Rd.Schr. des BMI vom 18.9.1978 U - II 8-556134/4.

## 2. Aufbau und Arbeitsweise

Das Gerät arbeitet im Zweistahl-Wechsellichtverfahren nach dem Autokollimationsprinzip, d. h. der Lichtstrahl durchquert zweimal die Messstrecke. Die Schwächung des Lichtstrahls durch den Staubgehalt in der Messstrecke wird gemessen und ausgewertet.

Eine elektromagnetisch betätigte Drehblende schaltet zwischen Messlichtstrahl und Vergleichslichtstrahl um. Die Vergleichsmessung erfolgt alle 64 s für die Dauer von 2 s zur Kompensation der Kontrollwerte.

Ein Fotoelement empfängt abwechselnd den Mess- und den Vergleichslichtstrahl. Es ist nur ein gemeinsamer Verstärker für Messlichtstrahl und Vergleichslichtstrahl vorhanden. Dadurch werden die Alterung der Glühlampe, des Fotoelementes und die Temperaturinflüsse sowie die Langzeitdrift der Verstärker kompensiert.

Da das Sendelicht mit 25 Hz moduliert ist, entsteht keine Beeinflussung durch Tageslicht usw.

Die beheizten optischen Grenzflächen werden durch eine gesonderte Spüllufteinheit von Verschmutzung freigehalten.

Optional: Abschaltautomatik mit Voralarm. Der Grenzwert der Abschaltautomatik ist über den ganzen Messbereich einstellbar. Die Abschaltautomatik ist notwendig für Kesselanlagen, die ohne Beaufsichtigung gefahren werden.

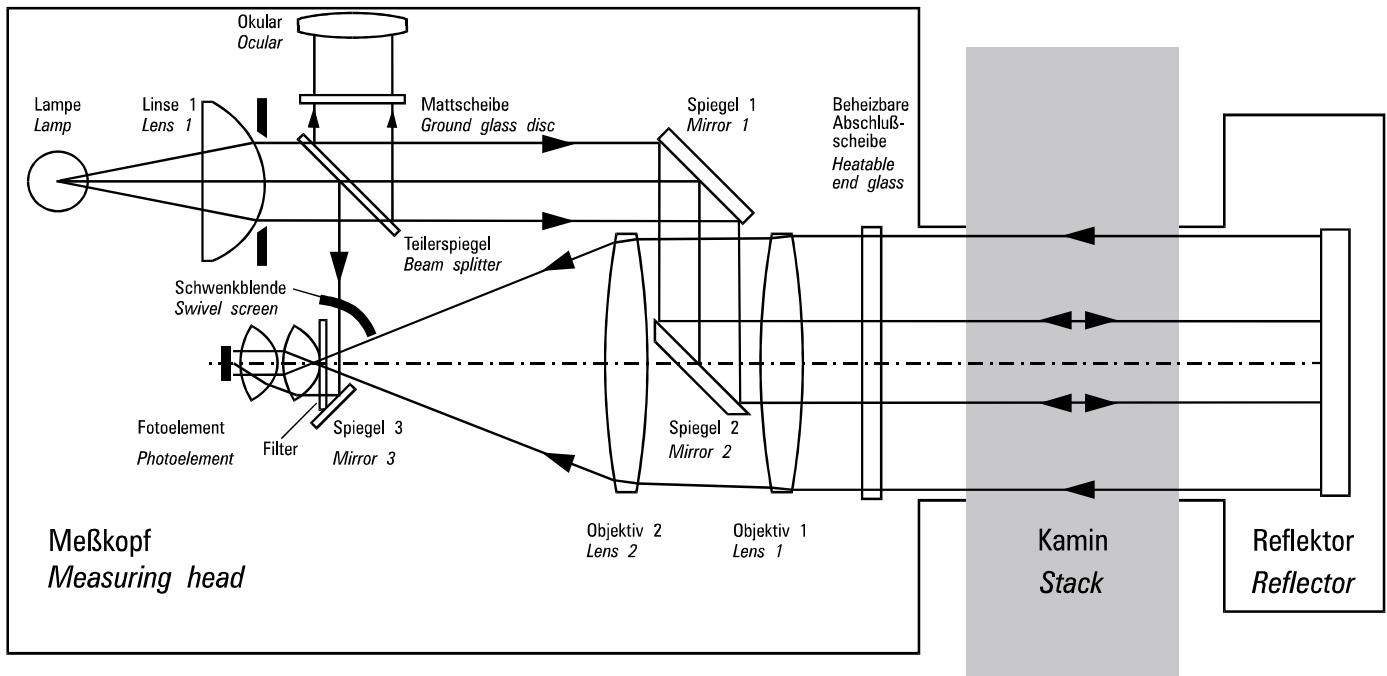
### 2.1 Gesamtsystem

Zur Standardausrüstung gehören:

- Messkopf D-R 216-40
- Reflektor D-R 216-I für Messstrecken 0,4-1,8 m oder
- Reflektor D-R 216-II für Messstrecken 0,4-3,0 m oder
- Reflektor D-R 216-III für Messstrecken 2,3-6,25 m
- 2 Einschweißrohre mit Justierflanschen
- Anschlussklemmenkasten
- Nullpunktreflektor
- Spüllufteinheit zur Sauberhaltung der Abschlusscheiben.

### 2.2 Zubehör optional

- 2 Wetterschutzauben für Messkopf und Reflektor
- 1 Wetterschutzaube für die Spüllufteinheit
- Schreibende oder anzeigennde Instrumente, wie Punktdrucker, Linienschreiber, Einbau-Strommesser
- Automatische Schnellschluss-Klappen.



Den Geräteleierungen werden ausführliche Unterlagen für die Montage und Installation beigegeben.

Zum Ausrichten der Einschweißrohre stellen wir im Bedarfsfall leihweise eine optische Visiereinrichtung zur Verfügung. Zur Inbetriebnahme und optisch/elektrischen Justierung entsenden wir auf Anforderung unsere Techniker, um gleichzeitig Ihr Personal in die Wirkungsweise und Wartung des Gerätes einzzuweisen.

### 2.3 Sonderausführung

- Messkopf D-R 216-41 mit eingebauter Abschaltautomatik, definierte Kapazität 600 mA s, für Kesselanlagen, die im Betrieb ohne Beaufsichtigung nach TRD 604 (BoB) gefahren werden.
- Messkopf mit gespreizten Messbereichen:  
0-50%  
0-25% Opazität.

## 3. Technische Daten

### 3.1 Ergebnisse der Eignungsprüfung

Bezugsgröße	Messbereichsendwert (ME)
Messbereiche:	0-25%, 0-50%, 0-100% Opazität
Reproduzierbarkeit	47
Wartungsintervall	4-6 Wochen
Zulässiger Umgebungs-temperatur-Bereich	- 20..+ 50°C
Störeinfluss durch Auswanderung des Lichtstrahls	<2% v. ME /± 0,35° und Messweg < 0,5 m

Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes	<1% v. ME/10 K
Zeitliche Änderung des Nullpunktes	<1% v. ME/3 Monate
Zeitliche Änderung der Empfindlichkeit	<1,8% v. ME/3 Monate

### 3.2 Sonstige technische Daten

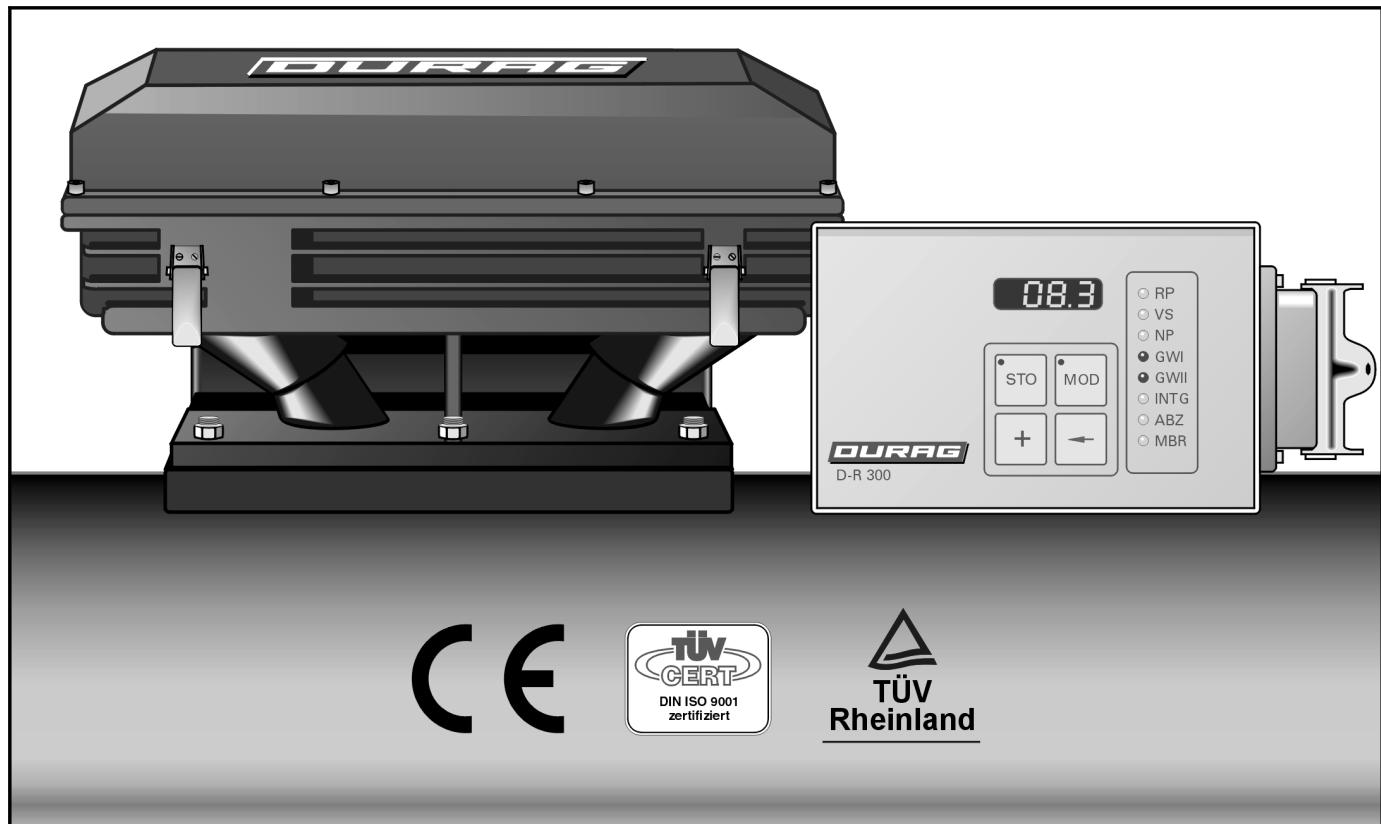
Länge der Messstrecke	400 - 6.250 mm
Netzspannung	115 / 230 Volt ±10%.
Frequenz	60 / 50 Hz
Leistungsaufnahme	ca. 30 VA
Ausgangssignal	4 - 20 mA / 400 Ohm
Schutzart	IP 65
Garantiefehlergrenze	± 2% ME
Belastbarkeit der Relaiskontakte	230 Volt / 100 VA

### Technische Daten der Spüllufteinheit

Spannung	230 V, ±10%
Frequenz	50 Hz
Leistungsaufnahme	0,25 kW
Andere Spannungen und Frequenzen auf Anfrage	
Fördermenge	2,0m³ /min bei 0 mm WS

### Gewichte

Messkopf	5 kg
Reflektor	2 kg
Justierflansch	1,5 kg / je Stück (2 Stck.)
Spüllufteinheit kompl.	20 kg



### 1. Anwendungsbereiche

Nach TA Luft sind leichtölgefeuerte Anlagen mit einer Leistung zwischen 5 und 25 MW mit einer Messeinrichtung auszurüsten. Dieses System soll die Rauchgastrübung kontinuierlich ermitteln und die Rußzahl mit ausreichender Sicherheit bestimmen.

Das DURAG-Staubkonzentrations-Messgerät D-R 300-40 wird zur kontinuierlichen Emissionsmessung von Stäuben in Staubabzugsleitungen Rauchgaskanälen usw. sowie an Abfallverbrennungsanlagen gemäß der 17. BlmSchV zur Roh- und Reingasmessung eingesetzt.

Das DURAG-Messgerät D-R 300 / D-R 300-40 erfüllt diese Anforderungen. Es wird direkt am Rauchgaskanal angebracht und überwacht optisch-kontinuierlich die Rauchgastrübung bzw. den Staubgehalt. Die Messwerte werden auf einem Schreiber registriert und Grenzwertüberschreitungen trägeheitslos gemeldet. Dadurch werden notwendige Eingriffe in die Regelung einer Feuerungsanlage ermöglicht, um die Einhaltung der vorgeschriebenen Grenzwerte sicherzustellen.

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

Das Messgerät D-R 300 / D-R 300-40 arbeitet nach dem Streulichtverfahren. Hierdurch ist es besonders empfindlich, selbst für geringste Teilchenkonzentrationen.

Das modulierte Licht einer Halogenlampe mit langer Lebensdauer wird durch die Sendeoptik zu einem Strahlkegel geformt und beleuchtet im Abgaskanal die Rauchteilchen. Das von diesen Teilchen reflektierte Streulicht wird von der Empfangsoptik innerhalb eines definierten Messvolumens erfasst und auf dem optischen Sensor abgebildet. Dieser Sensor wandelt das Streulicht in einen intensitätsproportionalen Signalstrom um. Die Streulichtintensität ist proportional zur Teilchenkonzentration im Messvolumen.

Die nachgeschaltete digitale Auswertelektronik berechnet aus dem empfangenen Streulicht und der Sendelichtintensität die Teilchenkonzentration.

Die errechnete Größe wird als digitaler Wert in einem vierstelligen Display angezeigt und gleichzeitig als analoges Stromsignal ausgegeben. Das Messergebnis ist kalibrierfähig und kann in Rußzahl (D-R 300) oder  $\text{mg/m}^3$  (D-R 300-40) angegeben werden.

Der Optik- und Elektronikteil des Messgerätes ist zur Kaminseite gas- und staubdicht. Die beheizten optischen Grenzflächen werden durch eine gesonderte Spülflutseinheit von Verschmutzung freigehalten.

Zur Überprüfung der ordnungsgemäßen Funktion führt das Messgerät in periodischen Abständen von 4 Stunden einen Kontrollzyklus durch. Hierbei werden der Nullpunkt, die Verschmutzung der optischen Grenzflächen, sowie ein Referenzwert automatisch gemessen und angezeigt. Die nachfolgenden Messwerte werden, wenn notwendig, automatisch korrigiert. Übersteigt die

Korrektur einen bestimmten Wert, so wird eine Meldung erzeugt.

## 2.1 Gesamtsystem

Zum Lieferumfang gehören:

- Messkopf
- Anbauflansch
- Geräteanschlusskasten
- 1 Lichtfalle (für Rußzahlmessung: 2 Lichtfalle)
- 1 Spülflaufeinheit

## 2.2 Zubehör optional

- D-R 300-40: automatische Messbereichsumschaltung für Staubmessung nach 17. BlmSchV
- Wetterschutzhäube für den Messkopf und die Spülflaufeinheit
- Die Wetterschutzhäuben sind nicht erforderlich, wenn das Gerät in einem geschützten Raum montiert wird.
- Automatische Schnellschlussklappe als Schutz für das Messgerät bei einem Ausfall der Spülflaufversorgung, mit Luftstromfühlern zur Überwachung der Spülflauf, Schaltgeräten zur Steuerung der Schutzeinrichtung.

Anschließbar sind Emissionsrechner wie z.B. DURAG D-MS 500. Die notwendigen Statussignale sind vorhanden.

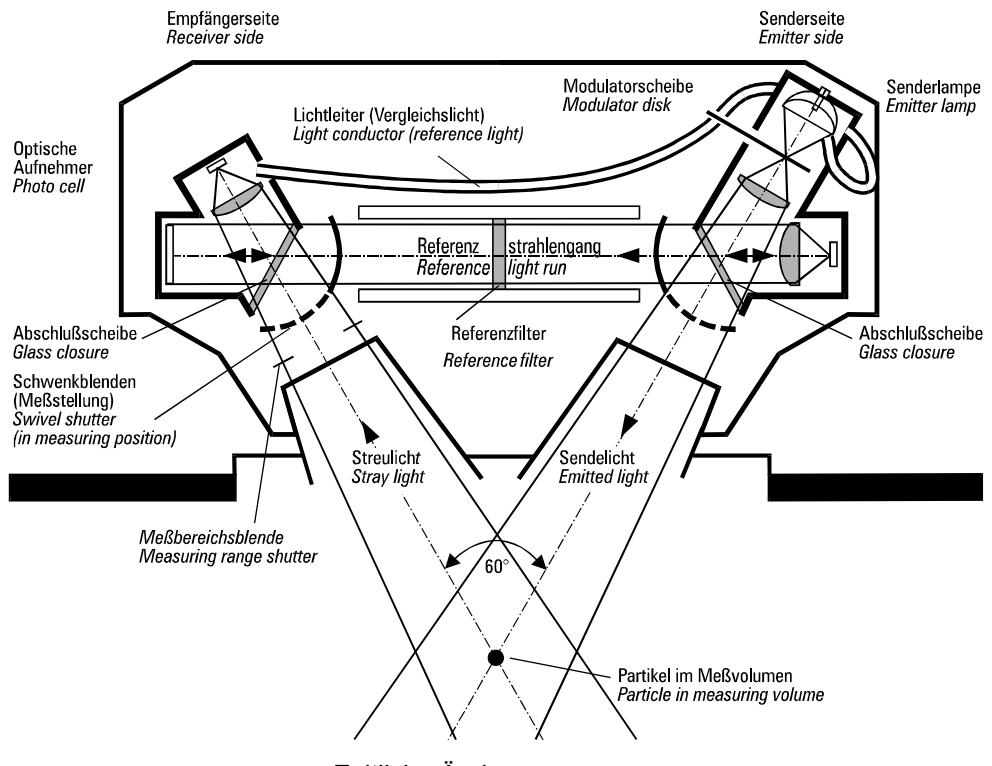
Den Geräteleferungen werden ausführliche Unterlagen für die Montage und Installation beigegeben.

Zum Ausrichten des Montageflansches und der Lichtfalle stellen wir im Bedarfsfall leihweise eine optische Visiereinrichtung zur Verfügung. Zur Inbetriebnahme entsenden wir auf Anforderung unsere Techniker, um gleichzeitig Ihr Personal in die Wirkungsweise und Wartung des Gerätes einzuführen.

## 3. Technische Daten

### 3.1 Ergebnisse der Eignungsprüfung

Bezugsgröße	Messbereichsendwert (ME)
9 Messbereiche möglich	
D-R 300	Rußzahl 0-3...0-5
D-R 300-40	0-1 bis 0-500 mg/m <sup>3</sup> mit Messbereichsumschaltung
Wartungsintervall	ca. 3 Monate
Zulässiger Umgebungs-temperatur-Bereich	- 20°...+50°C
Verfügbarkeit	>99%
Netzspannungsabhängigkeit der Messwerte	<0,4% v. ME / 230 V±10%
Temperaturabhängigkeit der Messwerte	<0,7 % v. ME / -20...+50°C



Zeitliche Änderung

des Nullpunktes

<0,4% v. ME / 3 Monate

Zeitliche Änderung

<0,4% v. ME / 3 Monate

der Empfindlichkeit

Reproduzierbarkeit

82...263

## 3.2 Sonstige technische Daten

Integrationszeit	10...900 s
Netzspannung	115 / 230 Volt ±10%.
Frequenz	60 / 50 Hz
Leistungsaufnahme	ca. 50 VA
Ausgangssignal	4 - 20 mA / 500 Ohm
Schutzart	IP 65
Garantiefehlergrenze	± 2% ME
Belastbarkeit	
der Relaiskontakte	250 Volt / 100 VA

### Technische Daten der Spülflaufeinheit

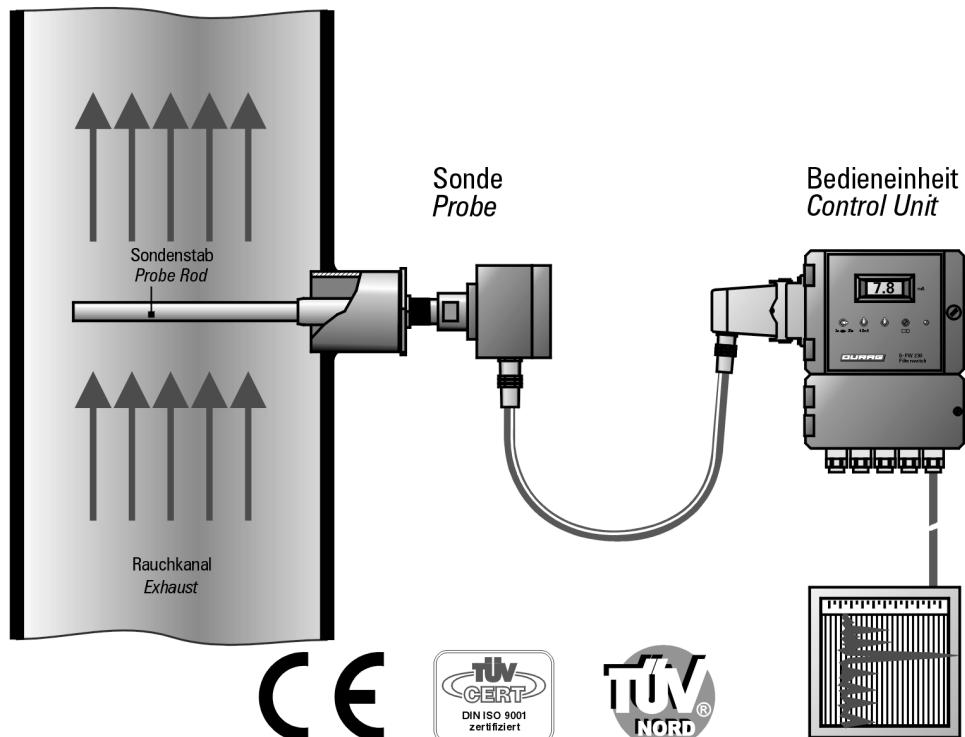
Spannung	230 V
Frequenz	50 Hz
Leistung	0,25 kW
Andere Spannungen und Frequenzen auf Anfrage	
max. Fördermenge	84 m <sup>3</sup> /h

### Gewichte

Messkopf	18 kg
Spülflaufeinheit kompl.	20 kg

*Solutions for  
Emission and  
Combustion*





### 1. Anwendungsbereiche

Die DURAG Filterwächter D-FW 230 / D-FW 231 werden zur kontinuierlichen Überwachung von filternden Anlagen in Rauchgaskanälen, Staubabzugsleitungen usw. verwendet. Sie sind auf der Reingasseite hinter der Filteranlage plaziert und haben die Aufgabe einen Defekt zu melden. Es ist speziell beim Einsatz mehrerer Filterwächter an den wichtigsten Emissionsquellen/Filtern möglich, gezielt bei einem Defekt Maßnahmen zur Schadensbegrenzung zu ergreifen, z.B. durch Abschalten der defekten Filterkammer.

Der Vorteil zu optischen Meßgeräten liegt in den niedrigen Investitions- und Installationskosten sowie der hohen Geräteverfügbarkeit bei geringem Wartungsaufwand.

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

Die Filterwächter arbeiten nach dem triboelektrischen Meßprinzip. Durch Kollision der Staubpartikeln untereinander laden sich diese elektrisch auf. Treffen diese elektrisch geladenen Teilchen auf den Sondenstab, so fließt die Ladung über die Sonde gegen Masse ab. Der in die Sonde fließende Strom steigt dabei proportional mit der Anzahl der auftreffenden Staubpartikel. Das Ergebnis ist bedingt durch das Meßprinzip nicht nur von der Staubkonzentration abhängig, sondern es geht direkt die Strömungsgeschwindigkeit ein, d.h. das Meßergebnis entspricht einer Staubemission.

Bereits in der Sonde erfolgt die vollständige signalmäßige Verarbeitung. Dazu nimmt die Sonde die elektrische Ladung des Staubes über den in den Kanal ragenden Sondenstab auf, ermittelt daraus den Meßwert und überträgt diesen als störrobustes 4/20mA-Stromsignal an die Bedieneinheit oder direkt an einen Linienschreiber.

## 2.1 Gesamtsystem

Es stehen die beiden Gerätevarianten zur Verfügung:

- D-FW 230 Filterwächter  
bestehend aus Sonde und Bedieneinheit  
115/230V 50/60 Hz, Länge Sondenstab 400 mm,  
Montage über 1"(G1)-Gewinde
- D-FW 231 Filterwächter  
mit kompletter Elektronik in der Sonde,  
24 VDC, Länge Sondenstab 400 mm  
Montage über 1"(G1)-Gewinde

## 2.2 Optionen

- Montage über DIN-Flansch
- Montage über Kegel-Flansch
- Länge Sondenstab L=80 mm
- Länge Sondenstab L=250 mm
- Länge Sondenstab L=700 mm
- Messgasttemperatur bis 500°C (Keramik-Isolator)
- Eine Wetterschutzhülle für die Sonde ist bei extremen Umweltbedingungen verfügbar.

## 3. Technische Daten

### 3.1 Ergebnisse der Eignungsprüfung

Eignung: Zur qualitativen Überwachung von Staubemissionen. Bei konstanten Abgasrandbedingungen (Strömungsgeschwindigkeit, Abgasfeuchte und Staubzusammensetzung) zur quantitativen Überwachung von Staubemissionen.

Bezugsgröße (Messbereichsendwert = MBE)

Verfügbarkeit während der Eignungsprüfung > 99%

Wartungsintervall 2 Monate

Reproduzierbarkeit:

0 bis 10mg/m <sup>3</sup>	355
10 bis 20mg/m <sup>3</sup>	93
20 bis 35mg/m <sup>3</sup>	34

Zulässiger Umgebungstemperatur-Bereich - 20°..+ 50°C

Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes <0,5% v. MBE/10 K  
Zeitliche Änderung des Nullpunktes <0,3% v. MBE/2 Monate  
Zeitliche Änderung der Empfindlichkeit <0,4% v. MBE/2 Monate

## 3.2 Sonstige technische Daten

### D-FW 230, Komplettsystem

Sonde (D-FW 230-S)	-20..200°C, optional 500°C
Gastemperatur	-20..50°C
Umgebungstemperatur	-20..50°C
Eintauchtiefe	400 mm; optional 80, 250, 700 mm, sowie Sonderlängen auf Anfrage.
Schutzart	IP65
Material Sondenstab	1.4571 / PTFE (Keramik)

### Bedieneinheit (D-FW 230-B)

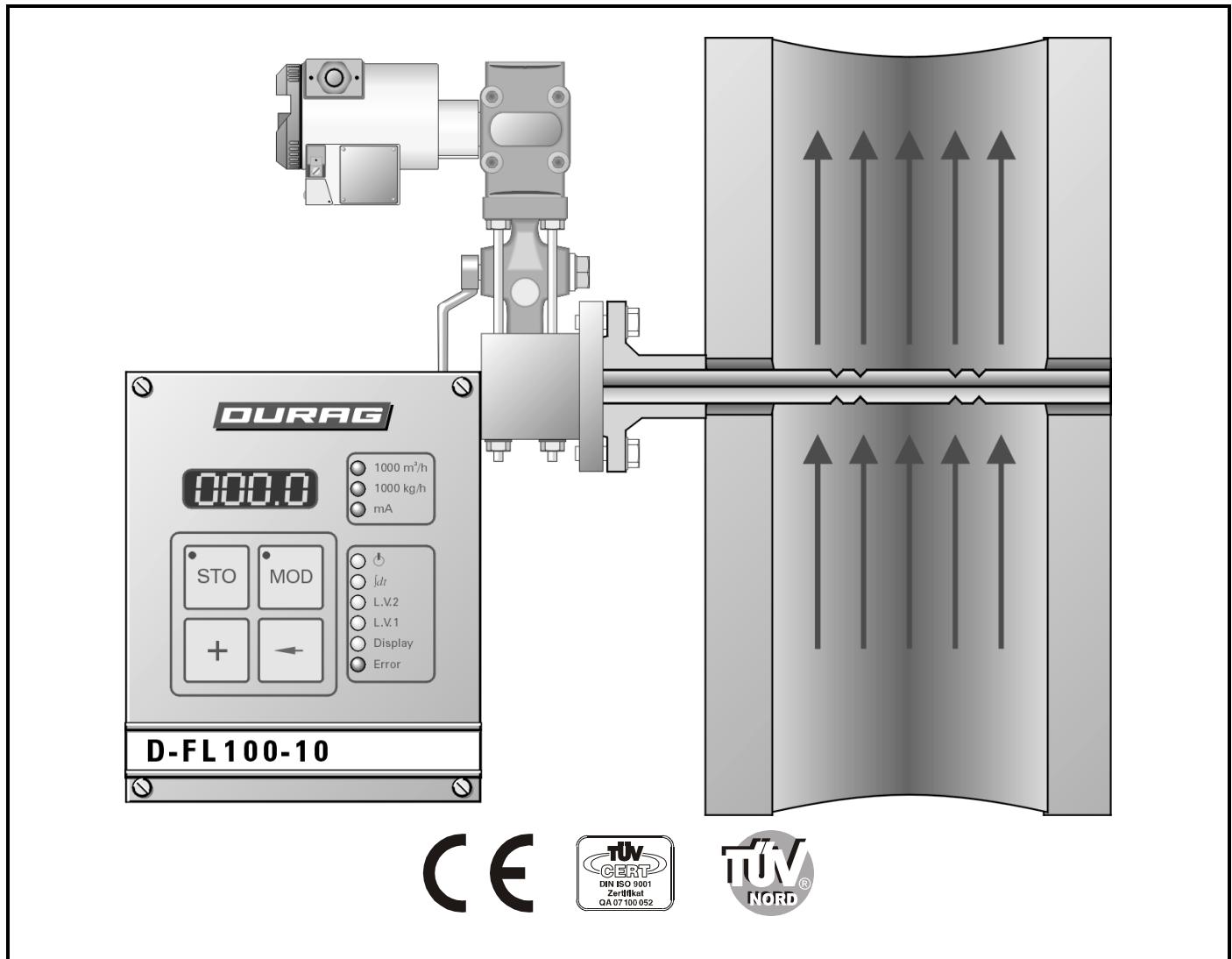
Umgebungstemperatur	-20..50°C
Messwertsignal	4..20 mA / 500 Ohm
Grenzwertkontakt	Relaisausgang, 250 VAC/ 100 VA bei ohmscher Last, Schwelle einstellbar
Anzeigen	Digitalanzeige des 20 mA Signals, LED-Anzeige bei Grenzwertüberschreitung
Integrationszeit	2s oder 20s, umschaltbar
Spannungsversorgung	230/115 V AC, 50/60 Hz, 10 VA
Schutzart	IP65
Funktionskontrolle	Manuelle Nullpunktkontrolle

### D-FW 231, Sondenversion

Gastemperatur	-20..200°C, optional 500°C
Umgebungstemperatur	-20..50°C
Eintauchtiefe	400 mm; optional 80, 250, 700 mm sowie Sonderlängen auf Anfrage
Material Sondenstab	1.4571 s/ PTFE (Keramik)
Messwertsignal	4..20 mA / 500 Ohm
Integrationszeit	2s oder 20s, umschaltbar
Spannungsversorgung	24V DC, 5VA
Schutzart	IP65
Funktionskontrolle	Nullpunktkontrolle

*Solutions for  
Emission and  
Combustion*





## 1. Anwendungsbereiche

Nach TA Luft sind die Schadstoffemissionen einer Anlage zu überwachen. Zur Ermittlung der Schadstoffmasse ist u.a. die Durchflussmenge des Abgases mit einer Messeinrichtung zu messen.

Das DURAG Messsystem D-FL 100 ermittelt die Geschwindigkeit bzw. die Durchflussmenge eines Abgases kontinuierlich. Wählbare Grenzwertüberschreitungen werden trägeheitslos gemeldet, wodurch notwendige Eingriffe in die Regelung der Anlage ermöglicht werden, um vorgeschriebene Emissionsgrenzwerte einzuhalten..

## 2. Aufbau und Arbeitsweise

Das Messsystem D-FL 100 arbeitet nach dem mechanischen Wirkprinzip. Die Sonde besitzt zwei voneinander getrennte Kammern, zwischen denen sich durch die Strömung eine Druckdifferenz aufbaut. Der entstehende Differenzdruck ist dabei proportional zum Quadrat der Gasgeschwindigkeit. Durch die spezielle Form

der Sonde wird zum einen ein möglichst großer Differenzdruck erzeugt und zum anderen wird die Linearität des Messsignals bezüglich des Durchflusses gewährleistet.

Unter Berücksichtigung der anderen Durchflussparameter wie z. B. Absolutdruck und Temperatur lässt sich mit Hilfe der Mikroprozessor-Auswerteeinheit D-FL 100-10 daraus der Volumenstrom von Betriebs- auf Normbedingungen umrechnen. Hierfür sind zwei weitere Stromeingänge (4-20 mA) an der Auswerteeinheit für die Temperatur und den Druck vorgesehen. Auf die Auswerteeinheit kann verzichtet werden, wenn ein Emissionsauswerterechner vorhanden ist, der die Temperatur- und die Druckabhängigkeit der Gase kompensieren kann und den aktuellen, korrigierten Wert des Volumenstromes berechnet.

## 2.1 Gesamtsystem

## D-FL 100-I / Durchflussmessung ohne Temperatur- und Druckkorrektur

- 2 Montageflansche

- Durchflusssonde (Material: 1.4571)
- Bauart 1: für Kamindurchmesser 0,4-2,0 m
- Bauart 2: für Kamindurchmesser 2,0-4,0 m
- Bauart 3: für Kamindurchmesser > 4,0 m
- Gegenlager
- Differenzdruck-Messumformer
- Umschalthahn
- Adapter für Schlauchanschluss

### D-FL 100-II / Durchflussmessung mit Temperatur- und Druckkorrektur

- Ausführung wie D-FL 100-I jedoch zusätzlich:
- Mikroprozessor-Auswerteeinheit D-FL 100-10
- Absolutdruck-Messumformer
- Temperatur-Messumformer

### 2.2 Zubehör optional

- Adapter für Umschalthahn (Differenzdruck Messumformer direkt an der Sonde)
- Wetterschutzhäuben bei Außenmontage
- automatisch gesteuerte Rückspüleinrichtung für die Sonde (Pressluft erforderlich)

### 2.3 Sonderanfertigungen

Die Durchflusssonde ist auch in anderen Materialien lieferbar für Anwendungen mit besonders aggressiven Abgasen:

- Hastelloy (2.4819)  
Empfohlen für Heizkraftwerke, chemische Industrien sowie in der Papierherstellung
- Inconel (2.4816)  
Empfohlen für Betriebstemperaturen über 400 °C
- Ebenso ist der Differenzdruck-Messumformer mit einer Trennmembran aus Hastelloy lieferbar.

## 3. Technische Daten

### 3.1 Ergebnisse der Eignungsprüfung

Geprüfter Messbereich	3-20 m/s
Verfügbarkeit	99,9%
Wartungsintervalle	anlagenspezifisch / normal > 3 Monate
Nachweisgrenze	3 m/s
Beeinflussung des Messsignals durch barometrische Luftdruckschwankungen	wird kompensiert
Temperaturbereich:	
Transmitter	-40 .. +80°C
Auswerteeinheit	-20 .. +50°C
Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes	0,1% MBE
zeitliche Änderung des Nullpunktes	max 0,5% MBE
Reproduzierbarkeit	3-10 m/s - 80 10-14,3 m/s - 124

Einstellzeit (90% Zeit) frei parametrierbar  
1 - 180 s

### 3.2 Sonstige technische Daten

#### Technische Daten D-FL 100

Länge der Messstrecke

Sonde I	400 - 2000 mm
Sonde II	2000 - 4000 mm
Sonde III	> 4000 mm

Profilquerschnitte

Sonde I	22 x 23,9 mm
Sonde II	50 x 53,4 mm
Sonde III	90 x 100 mm

Mindestgeschwindigkeit 3 m/s

Abgastemperatur

min.	über Abgastaupunkt
max. (Mat. 1.4571)	bis 400°C
max. (Mat. 2.4816)	bis 600°C

Sondenmaterial:  
1.4571 (standard)  
(andere Werkstoffe auf Anfrage verfügbar, z.B.: 2.4819, 2.4816)

### 3.3 Elektrische Daten

#### Auswerteeinheit D-FL 100-10

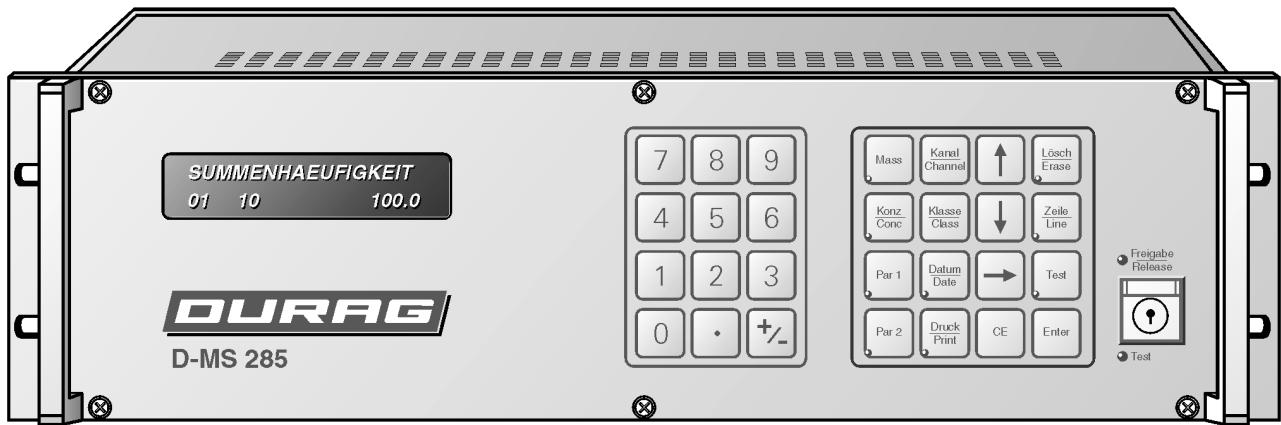
Netzspannung	115/230 V ±10%
Frequenz	50/60 Hz
(Andere Spannungen und Frequenzen auf Anfrage)	
Leistung	ca. 10 VA
Garantiefehlergrenze	±2%
Grenzwerte	zwei unabhängig einstellbare Grenzwerte L.V.1 und L.V.2
Ausgangssignal	analoger Strom 4 - 20 mA, Live Zero 4 mA
Eingangssignal	3x analoger Strom 4-20 mA für Differenzdruck, Temperatur, Absolutdruck
max. Bürde	500 Ohm
Relaisausgänge	2 x Grenzwert, 1 x Status „Messung“, alle Kontakte potentialfrei
Integrationszeit des Messwertes	1 - 180 s frei einstellbar
Berechnungsgrundlage	Normalvolumenstrom oder Betriebsvolumenstrom
max. zulässiger Umgebungstemperaturbereich	-20° +50°C

#### Differenzdruck-Messumformer (radiziert)

Messspanne	einstellbar 1 - 20 mbar
Hilfsenergie	DC 11-30 V
Schutzart	IP 65

*Solutions for  
Emission and  
Combustion*





### 1. Anwendungsbereiche

Gemäß TA Luft und 13., 17. und 27. BImSchV wird für Feuerungsanlagen, die eine festgelegte Größe überschreiten, die laufende Abgasemissionsüberwachung gefordert.

Zur Berechnung und Klassierung der Emissionsdaten müssen Auswertesysteme eingesetzt werden, die den vom Umweltbundesministerium definierten Mindestanforderungen entsprechen.

Der DURAG Emissionsauswerterechner D-MS 285 entspricht den Verordnungen über Großfeuerungsanlagen (13. BImSchV), Abfallverbrennungsanlagen (17. BImSchV), der Verordnung über Krematorien (27. BImSchV) und der Technischen Anleitung zur Reinhal tung der Luft (TA Luft).

Eignungsgeprüft nach den Richtlinien über die Auswertung kontinuierlicher Emissionsmessungen vom 26.07.1988 und 26.10.1992 durch den Rheinisch-Westfälischen TÜV e.V., Prüfbericht IV.22/41/87-337666. Eignungsbekanntgabe im Gemeinsamen Ministerialblatt des BMI, Nr. 19/1988 und Nr. 26/1993.

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

Die Signale der kontinuierlich arbeitenden Meßeinrichtungen werden erfasst, gemittelt, geprüft und in die physikalischen Größen umgerechnet. Unter Berücksichtigung der erforderlichen Bezugsparameter wie z. B. Sauerstoffgehalt oder Abgastemperatur werden die Mittelwerte der Schadstoffkomponenten für jede auf-

einanderfolgende halbe Stunde berechnet und klassiert.

Die Klasseneinteilung wird so gewählt, daß der Bereich bis zum Zweifachen des Emissionsgrenzwertes mit 20 Klassen einheitlicher Klassenbreite überdeckt wird und der Emissionsgrenzwert sowie das 1,2 fache und das Zweifache des Emissionsgrenzwertes auf Klassengrenzen fallen. Zusätzliche Sonderklassen sind für die Erfassung besonderer Betriebszustände eingerichtet.

Für jeden Kalendertag wird ein Tagesmittelwert gebildet und klassiert. Dafür stehen vier Klassen zur Verfügung: eine Klasse für Werte unterhalb des Grenzwertes und zwei Klassen für die Werte oberhalb des Grenzwertes sowie eine Klasse für die Tage, an denen eine Mindestbetriebszeit nicht erreicht wurde.

Die Emissionsgrenzwerte gelten als eingehalten, wenn pro Kalenderjahr

- alle Tagesmittelwerte den Grenzwert
- 97% aller Halbstundenmittelwerte den 1,2 fachen Grenzwert
- alle Halbstundenmittelwerte den zweifachen Grenzwert

nicht überschreiten. Die tägliche Datenausgabe enthält den Stand aller Klassen sowie Zusatzinformation über Betriebszeit, Tagesmittelwerte, Monatsmittelwerte, Schadstoff-Frachten usw.

## 2.1 Gesamtsystem

In dem Grundgerät sind neben der normalen Auswertesoftware folgende Optionen serienmäßig enthalten:

- Kontaktlogik für Eingangskontakte,
- Kontaktlogik für Ausgangskontakte,
- Ein- / Ausgangskontakte softwaremäßig invertierbar,
- Textzuweisung für alle Ein- / Ausgangskontakte für beide Zustände (Störmeldeprotokoll),
- Textzuweisung für besondere Anlagenzustände (Wartung, außer Betrieb usw.),
- 10 Ereigniszähler mit genauer Zeiterfassung, täglich protokollierbar,
- Addierung bzw. Subtrahierung von Konzentrationen über eine Massenstrombilanz,
- Mehrfachbezugswerte, z. B. Addierung von Brennstoffmengen,
- Berechnung von Trendwerten, Freilastgrenzen,
- Gesamtfeuerungsleistung, Schadstoff-Frachten, Jahresgesamtemission usw.
- Frei definierbare Sonderklassen,
- Fernbedienung über serielle Schnittstelle, Speicherung von allen Parametern und Meldetexten auf externen Rechnern möglich (z. B. IBM-PC),
- Anschlussmöglichkeit für externe Prozessrechner,
- Anschlussmöglichkeit für die Erweiterungseinheit D-EVA / D-EFÜ zum Abspeichern von allen Emissionsdaten und Darstellung der aktuellen sowie der abgespeicherten Daten auf Farbgrafik-Bildschirmen

## 2.2 Hardware

Im **Grundgerät** sind enthalten:

- Alphanumerische Anzeige
- Folientastatur
- 8 Analogeingänge 0-4-20 mA/ 100  $\Omega$ , mit / ohne lebendem Nullpunkt
- 15 Digitaleingänge
- 2 V.24-Schnittstellen für Drucker, Farbgrafiksystem bzw. ext. Bedieneinheit
- Alle notwendigen Gegenstecker / anschlussfertige Kabel auf Wunsch

Gerät **erweiterbar** auf:

- 32 Analogeingänge 0-4-20 mA, (max. 15 Schadstoffe)
- 60 Digitaleingänge
- 4 Digitalausgangskarten mit
  - je 8 potentialfreien Relaiskontakten 220 V / 1 A
  - je 16 potentialfreien Relaiskontakten 40 V / 5 VA
- 24 Analogausgänge 0-4-20 mA / 500  $\Omega$

## 2.3 Lieferumfang

Der DURAG Emissionsauswerterechner D-MS 285 beinhaltet im Grundgerät alle Auswertesoftware und alle Speicherbereiche, die für den Maximalausbau benötigt werden.

In der Software sind berücksichtigt:

- Mittelwertbildung (von 3 bis 999 Min.)

- Korrekturrechnung auf O<sub>2</sub>, Temperatur, Druck, Abgasfeuchte
  - gleichzeitige Berechnung von Konzentration und Massenstrom
  - Klassierung in 22 Klassen, Sonderklassen
  - Zusätzlich Speicherung der klassierten Mittelwerte mit Datum und Uhrzeit im Echtwertspeicher; Rückverfolgung und Ausdruck möglich
  - Tagesmittelwertbildung, Monatsmittelwertbildung
  - Automatischer Ausdruck der Tages- und Jahresverteilung
  - Freie Zuordnung der Bezugswerte
  - Berechnung von Mehrstoff-/Mischfeuerungen
  - Berechnung des Schwefelemissionsgrades, Trendrechnung, Voralarm
  - Meldung von Grenzwertüberschreitungen
- Weitere Software-Optionen, die nach dem Stand der Technik ständig ergänzt werden.

## 2.4 Sonderausführung

D-MS 285-10 mit 4 Analogeingänge 0-4-20 mA / 100  $\Omega$ , mit / ohne lebendem Nullpunkt, 8 Digitaleingänge, 4 Digitalausgänge mit potentialfreien Kontakten 40 V / 5 VA, 2 Analogausgänge 0-4-20 mA / 500  $\Omega$ , 2 V.24-Schnittstellen

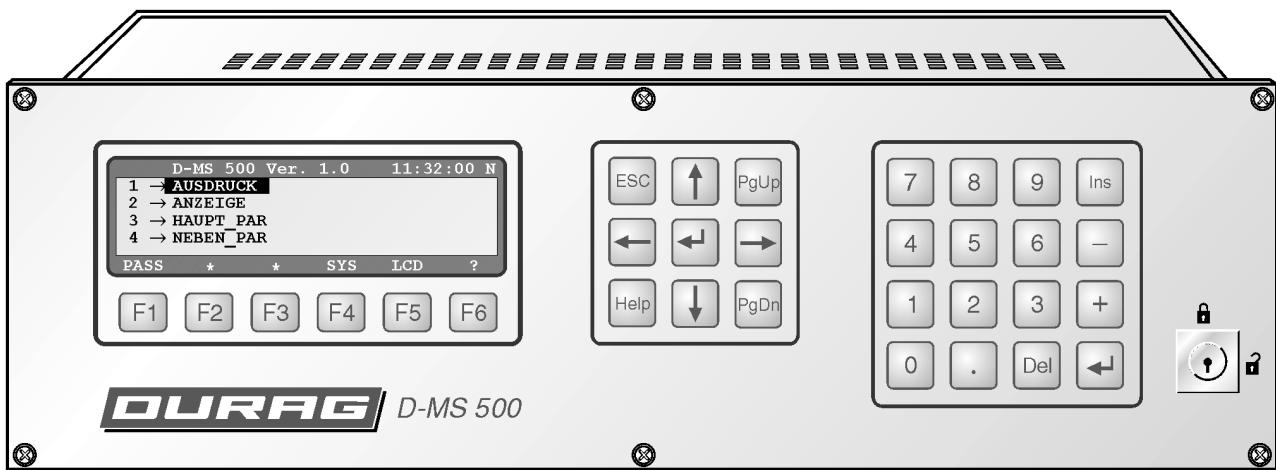
## 3. Technische Daten

### 3.1 Ergebnisse der Eignungsprüfung

Verfügbarkeit	>99%
Reproduzierbarkeit	0,3-0,7% der Gesamtsumme
Zulässiger Umgebungs-temperaturbereich	0-50°C
Integrationszeit	3-999 min
Integrationszeitfehler	< 0,002%
Auswertefehler	< 0,001%
Temperaturfehler	< 0,05%
Fehler durch Netzspannungsänderung	<< 0,01%
Klassierung	22 Klassen, Sonderklassen

### 3.2 Sonstige technische Daten

Anzahl Analogeingänge	32, 0 (4) - 20 mA / 100 $\Omega$
Anzahl Digitaleingänge	60 Relais
Anzahl Analogausgänge	24, 0 (4) - 20 mA / 500 $\Omega$
Anzahl Digitalausgänge	64 Relais 40 V / 5 VA
Anzahl Digitalausgänge	32 Relais 230 V / 1 A
Anzahl serielle Schnittstellen	4, RS 232C
Datenspeicherung	3 Jahre
Netzspannung	115/230 Volt $\pm 10\%$
Frequenz	50/60 Hz
Leistungsaufnahme	70 VA
Bauform	Gehäuse 3 HE / 84 TE
Gewicht	ca. 7 kg
Schutzart	IP 20



### 1. Anwendungsbereiche

Gemäß TA Luft und 13/17. BlmSchV wird für Feuerungsanlagen, die eine festgelegte Größe überschreiten, die laufende Abgasemissionsüberwachung gefordert.

Zur Berechnung und Klassierung der Emissionsdaten müssen Auswertesysteme eingesetzt werden, die den vom Umweltbundesministerium definierten Mindestanforderungen entsprechen.

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

Die Signale der kontinuierlich arbeitenden Meßeinrichtungen werden erfaßt, gemittelt, geprüft und in die physikalischen Größen umgerechnet. Unter Berücksichtigung der erforderlichen Bezugsparameter wie z. B. Sauerstoffgehalt oder Abgastemperatur werden die Mittelwerte der Schadstoffkomponenten für jede aufeinanderfolgende halbe Stunde berechnet und klassiert.

Die Klasseneinteilung wird so gewählt, daß der Bereich bis zum Zweifachen des Emissionsgrenzwertes mit 20 Klassen einheitlicher Klassenbreite überdeckt wird und der Emissionsgrenzwert sowie das 1,2 fache und das Zweifache des Emissionsgrenzwertes auf Klassengrenzen fallen. Zusätzliche Sonderklassen sind für die Erfassung besonderer Betriebszustände eingerichtet.

Für jeden Kalendertag wird ein Tagesmittelwert gebildet und klassiert. Dafür stehen vier Klassen zur Verfügung: eine Klasse für Werte unterhalb des Grenzwertes und zwei Klassen für die Werte oberhalb des

Grenzwertes sowie eine Klasse für die Tage, an denen eine Mindestbetriebszeit nicht erreicht wurde.

Die Emissionsgrenzwerte gelten als eingehalten, wenn pro Kalenderjahr

- alle Tagesmittelwerte den Grenzwert
- 97% aller Halbstundenmittelwerte den 1,2 fachen Grenzwert
- alle Halbstundenmittelwerte den zweifachen Grenzwert nicht überschreiten.

Die tägliche Datenausgabe enthält den Stand aller Klassen sowie Zusatzinformation über Betriebszeit, Tagesmittelwerte, Monatsmittelwerte, Schadstoff-Frachten usw.

### 2. Gesamtsystem

In dem Grundgerät sind folgende Optionen serienmäßig enthalten:

- freie Zuordnung von Eingangssignalen zu Auswertekanälen
- Kontaktlogik für Ein- / Ausgangskontakte
- Auswertung und Klassierung auf 64 Kanälen
- 128 Ereigniszähler mit genauer Zeiterfassung, täglich protokollierbar
- Korrekturrechnung auf Sauerstoffgehalt, Temperatur, Druck und Abgasfeuchte
- Mittelwertbildung über einstellbare Integrationszeiten 2 min .. 24 h
- automatische Berechnung von Tages-/ Monats-/ Jahresmittelwerten

- gleichzeitige Berechnung von Konzentration und Massenstrom
- Aufteilung der Mittelwerte in 22 Standardklassen und diverse Zusatz-/ Sonder-/Ausfallklassen
- Ergebnisse vom Vortag / Vormonat / Vorjahr abrufbar
- automatischer Wechsel des Klassierungsdatensatzes am Jahresanfang
- verschiedene Ausdruckformate /-Zeitpunkte wählbar
- freie Textzuordnung zu Kanalnamen, Protokollnamen, Formeltexten, Meldungstexten
- Trendrechnung, Voralarme, Meldung von Grenzwertüberschreitungen
- Berechnung von Mehrstoff / Mischfeuerung, Berechnung des Emissionsgrades
- Sonderberechnungen über freien Formelinterpreter

### 3. Technische Daten

#### 3.1 Auswerterechner

- VMEbus Rechnersystem mit Echtzeit-Multitasking-Betriebssystem
- flexibel und erweiterbar durch genormte Hardware-Schnittstelle VMEbus
- bewährtes Durag-IO-Subsystem für analoge und digitale Ein-/Ausgänge
- einfache Bedienung über Frontplatte mit beleuchtetem LCD-Anzeigefeld
- komfortable Bedienoberfläche mit Menüsystem und kontextbezogenen Hilfetexten
- einfache Eingabedialoge mit Auswahllisten im Klartext, mehrsprachiges Menüsystem
- einstellbarer Zugriffsschutz auf alle Geräteparameter mit Schlüsselschalter und optionalem Paßwort
- wartungsfreier Akku und Festwertspeicher, kein Batteriewechsel notwendig
- akkugestützte Echtzeituhr mit einer Grundgenauigkeit von 1s/Tag
- akkugestützter Speicher für laufende Kurzzeitdaten (RAM, Datenerhalt ca. 14 Tage)
- Dateisystem mit überschreibbarem Festwertspeicher für Tages-/ Monats-/ Jahresergebnisse und Parameter (FlashEprom, Datenerhalt ca. 10 Jahre)
- Erfassung der letzten 20.000 Integrationsergebnisse in einem Ringspeicher (ergibt eine Speichertiefe von 50 Tagen bei 8 Kanälen und Ti=30 Min)
- Erfassung der letzten 1000 Überschreitungen in einem Ringspeicher

#### 3.2 Eingänge

- bis zu 32 Stromsignale 0/4-20 mA (100 Ohm) für Schadstoffe und Bezugsgrößen
- Kanalzuordnung und Bezeichnung frei einstellbar
- bis zu 60 potentialfreie Eingangskontakte für Binärsignale

- Eingangskontakt über Öffner / Schließer - Logik invertierbar

#### 3.3 Ausgänge

- bis zu 32 Stromsignale 0/4-20 mA (500 Ohm) für Analogausgabe
- freie Umrechnung/Normierung des Ausgabesignals (Mittelwert, Trendwert, ..)
- bis zu 64 potentialfreie Ausgangskontakte (40 V / 5 VA oder 230 V / 1 A) für Binärsignalausgabe
- Zuordnung von Meldungstexten für jede Schaltfläche (Störprotokoll)

#### 3.4 Serielle Schnittstellen

- bis zu 4 Schnittstellen nach RS232C / V.24 - Standard (DEE-Typ) oder RS485
- Ausgabe verschiedener Druckprotokolle
- Fernbedienung über PC und Ankopplung an das Visualisierungssystem D-EVA
- Übertragung aller Parameter und Meldetexte
- unabhängige Konfiguration (Baudrate, Parity, Handshake, etc.)
- Bus - Ankopplung möglich

#### 3.5 Ergebnisse der Eignungsprüfung

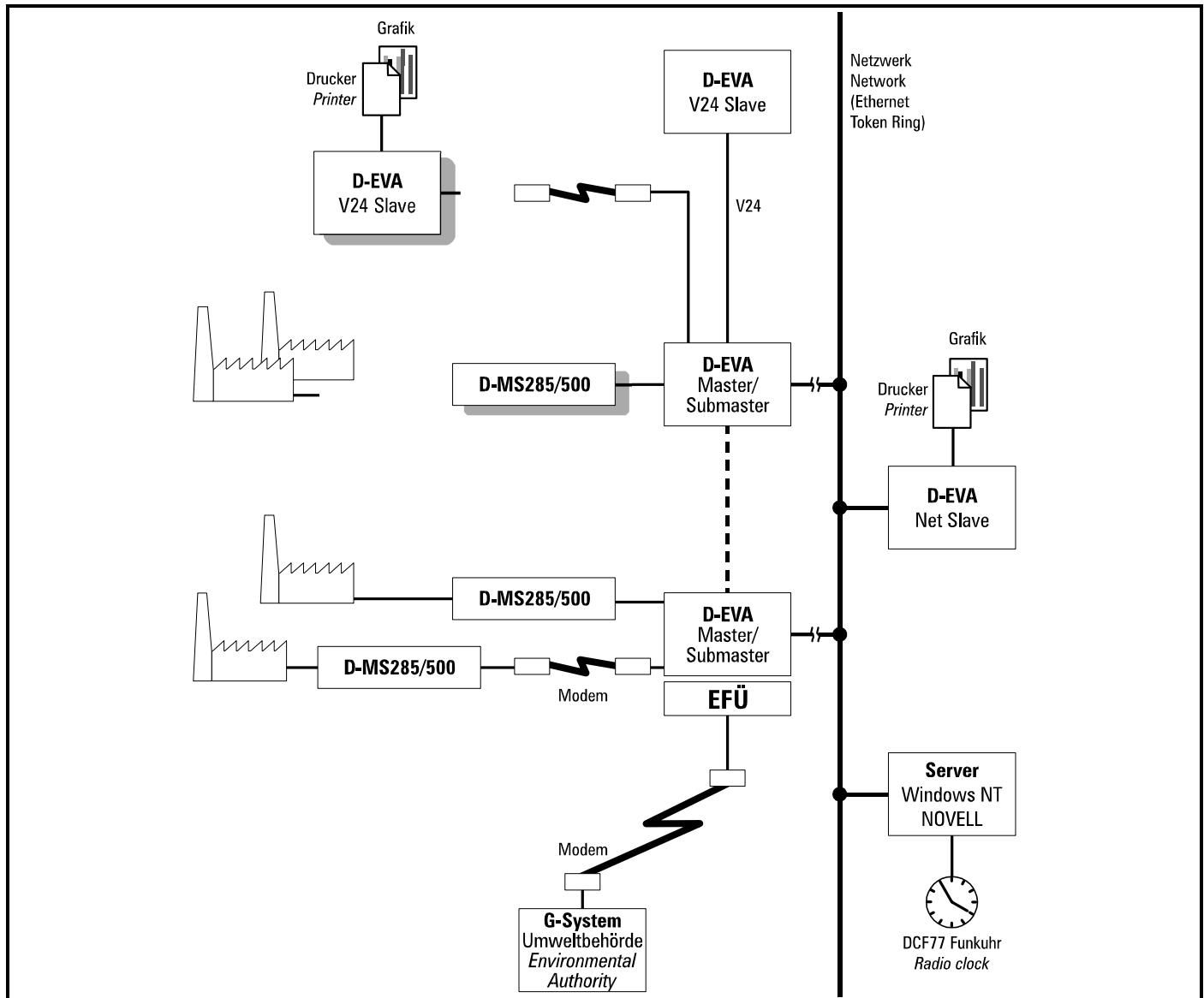
Verfügbarkeit	>99%
Reproduzierbarkeit	0,3-0,4% der Gesamtsumme
Zulässiger Umgebungs-temperaturbereich	0-50°C
Integrationszeit	1-1400 min
Integrationszeitfehler	< 0,002%
Temperaturfehler	< 0,3%
Fehler durch Netzspannungsänderung	< 0,1%
Klassierung	22 Klassen, Sonderklassen

#### 3.6 Sonstige technische Daten

Netzspannung	230 Volt $\pm$ 15%
Frequenz	50 / 60 Hz
Leistungsaufnahme	100 VA
Bauform	Gehäuse 3 HE / 84 TE
Gewicht	ca. 7 kg
Schutzart	IP 20

#### 4. Zulassungen

Eignungsgeprüft nach den Richtlinien über die Auswertung kontinuierlicher Emissionsmessungen vom 26.07.1988 und 26.10.1992 durch den Technischen Überwachungsverein Nord e.V., Institut für Chemie und Umweltschutz, Nr. 128 CU 06 640 vom 26.01.1995 Eignungsbekanntgabe im Gemeinsamen Ministerialblatt des BMI, Nr. 33/1995



### 1. Anwendungsbereiche

Die Beurteilung von Emissionen und Anlagendaten wird in unserer Zeit immer wichtiger. Die Flut der Messdaten und die Überwachung der Grenzwerte erfordern einen ständig größer werdenden Personalaufwand.

Das praxisbewährte System D-EVA stellt hier eine echte Hilfe zur Verfügung, sowohl für den Anlagenfahrer als auch für den Emissionsschutzbeauftragten.

Auf einem hochauflösenden Farbgrafik Monitor werden die Emissionsdaten in übersichtlicher Form dargestellt. Der Master-Rechner D-EVA/M kann gleichzeitig Daten von bis zu 35 Emissionsrechnern verwalten.

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

Bis zu 35 Emissionsrechner kann D-EVA verwalten. An ein Master-Rechner können bis zu 9 Bildschirmarbeitsplätze über beliebig lange Leitungen direkt oder über Telefonmodem angeschlossen werden. Innerhalb

eines Netzwerkes können beliebig viele Arbeitsplätze mit Informationen versorgt werden. Auch über ISDN können Bildschirmarbeitsplätze an ein Netz angeschlossen werden. Jeder Arbeitsplatz kann mit einem Drucker ausgerüstet werden, oder die Ausgaben auf Netzwerkgeräte geleitet werden.

#### 2.1 Gesamtsystem

Das System, hardwaremäßig auf Personalcomputern in Tisch- oder Industriehäusern mit oder ohne Netzwerk aufgebaut, besteht aus folgenden Softwaremodulen:

- Koppelmodul:  
Zum Ankoppeln der Emissionsrechner D-MS 285/500 über eine serielle Schnittstelle.
- Grafikmodul:  
Die Messwerte können als Momentanwerte in Balkenform, als Zeitdiagramm oder in kombinierter Form dargestellt werden.

- **Tabellenmodul:**  
Die abgespeicherten Daten können in frei gewählter Zusammenstellung angezeigt oder ausgedruckt werden.
- **Protokollmodul:**  
Die Ausdrücke der Emissionsdrucker können anstelle oder zusätzlich zum Protokolldrucker auf der Festplatte gespeichert werden.
- **D-IAS - Modul:**  
Kurzzeitspeicher für Sonderauswertungen Auflösung  $\geq 100\text{ms}$ ; Pro Modul sind 80 Analogeingänge möglich, es können bis zu 4 D-IAS Module parallel betrieben werden
- **Meldemodul:**  
Ausgewählte Meldungen aus der Anlage, Emissionsrechnern oder aus der D-EVA werden in einer Meldeliste geführt und können angezeigt, ausgedruckt und kommentiert werden.
- **Kontaktmodul:**  
Es besteht die Möglichkeit, einzelnen Meldungen ein aus 8 Kontakten bestehendes Ausgangssignal zur Weiterleitung an ein zentrales Meldesystem zuzuordnen.
- **Funkuhrmodul:**  
Hiermit werden Uhren von D-EVA und D-MS 285/500 mit der Atomuhrenanlage der Physikalisch Technischen Bundesanstalt in Braunschweig synchronisiert.
- **Emissionsdaten-Fernübertragung EFÜ:**  
Mit diesem Modul können die Daten aller angeschlossenen Emissionsrechner an das G-System der Aufsichtsbehörde übertragen werden.
- **Netzwerkmodul:**  
D-EVA ist in der Lage Daten auf einem Windows NT oder Novell Server abzulegen und allen angeschlossenen Systemen zur Verfügung zu stellen.
- **Datenexport:**  
Über Modbus Protokoll können ausgewählte Daten an ein PLS weitergegeben werden.
- **Sicherungsmodul:**  
Zum Sichern der Daten auf einem zweiten Speichermedium stehen verschiedene Sicherungsmöglichkeiten zur Auswahl
- **Sprachmodul:**  
Es werden zur Zeit vier Sprachen unterstützt: Deutsch, Englisch, Spanisch und Polnisch.
- **Subsysteme:**  
An ein Mastersystem können bis zu 8 V24-Slave-Systeme als Bildschirmarbeitsplätze mit unter-

schiedlichen Darstellungen auf den Monitoren angeschlossen werden.

- **D-EVA 19'':**  
Für Schrankenbauten fertig DURAG D-EVA in 19''-EMV-Gehäusen.
- **USV-Modul:**  
Die Versorgungsspannung wird überwacht und nach Netzausfall  $> 1\text{ min.}$  wird das System ordnungsgemäß abgefahren; nach Spannungsrückkehr wird D-EVA automatisch wieder gestartet.

### 3. Technische Daten

#### 3.1 Ergebnisse der Eignungsprüfung

Das als D-EFÜ System bezeichnete eigenständige System übernimmt ausschließlich die für EFÜ-Systeme geforderten Fernübertragungsfunktionen und Speicherarbeiten für die Emissionsmessdaten.

Zusammen mit einem Auswerterechner realisiert das D-EFÜ System ein vollständiges EFÜ-System im Sinne der Mindestanforderungen. Als integriertes Software-Modul wird D-EFÜ unter der Bezeichnung D-EVA innerhalb des Farbgrafik-Bausteins zum Auswerterechner angeboten.

#### 3.2 Sonstige technische Daten

Hardware:

- Pentium PC
- Tischgehäuse oder Industrie-PC
- 32 MB Speicher
- Diskettenlaufwerk 1,4 Mbyte
- Festplatte  $> 300\text{ MB}$
- Farbbildschirm
- 1 parallele, 2 serielle Schnittstellen

Software:

- Betriebssystem Windows und/oder MS-DOS

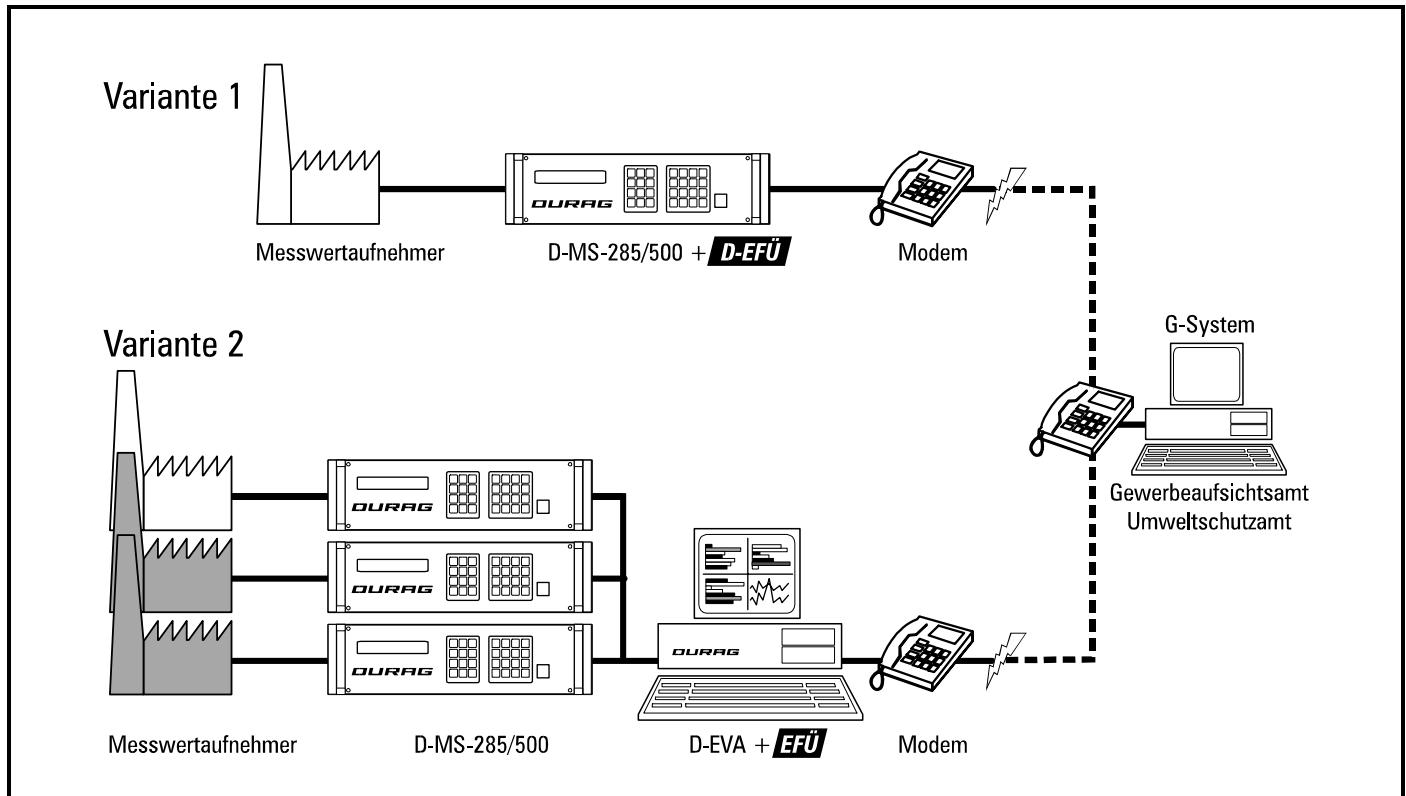
### 4 Zulassungen

Das D-EFÜ-Modul als eigenständiges System und in Verbindung mit der Erweiterung des Farbgrafiksystems D-EVA wurde durch den TÜV Rheinland Sicherheit und Umweltschutz GmbH „Institut für Umweltschutz und Energietechnik“ eignungsgeprüft.

TÜV-Bericht: 936/808014/A

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Emissionsrechner D-MS 285 und D-MS 500 in Verbindung mit dem D-EFÜ-Modul als Schnittstelle zur Emissionsüberwachung der Firma DURAG Industrielektronik GmbH & Co KG, Hamburg.





### 1. Anwendungsbereiche

Die Betreiber genehmigungspflichtiger Anlagen sind nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) verpflichtet, die Emissionsdaten für behördliche Kontrollen aufzubereiten und den Aufsichtsbehörden vorzulegen. Länderbezogen sind seitens der Umweltministerien Auflagen erteilt worden, diese Daten über das Emissionsdaten - Fernübertragungssystem EFÜ direkt per Telefonleitung dem zuständigen Gewerbeaufsichtsamt zur Verfügung zu stellen.

Sinn der Emissionsdaten - Fernübertragung (EFÜ) ist es, die anfallenden Emissionsdaten zentral bei den Gewerbeaufsichtsämtern (GAA) zu speichern und zu überwachen. Man unterscheidet zwischen zwei Rechnersystemen,

- dem bei den Gewerbeaufsichtsämtern stehenden G-System und
- dem in den zu überwachenden Betrieben stehenden B-System.

Beide Systeme sind miteinander über Modems verbunden und können so über das Telefonnetz Daten austauschen. Aufgabe des B-Systems ist es, die Emissionsdaten zu erfassen, auszuwerten, zu speichern und an das G-System zu übertragen.

- Das D-EFÜ arbeitet dabei als B-System
- D-EFÜ ist TÜV-geprüft und vom BMU zugelassen
- Es ermöglicht die Übertragung von Daten nach TA Luft, 13. Und 17. BImSchV.
- Sowohl die alte niedersächsische EFÜ - Schnittstelle als auch die neue bundeseinheitliche EFÜ - Schnittstelle werden unterstützt

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

Die eignungsgeprüften Emissionsrechner D-MS 285, 385 und D-MS 500 erfassen und berechnen die Emissionsdaten nach den gültigen Vorschriften des Bundesumweltministeriums. Diese Daten werden von D-EFÜ aufbereitet und in eine Datenbank importiert.

Die gespeicherten Daten werden

- zyklisch einmal pro Tag,
- spontan bei Grenzwertüberschreitung,
- oder auf Anforderung des GAA

an das G-System übertragen.

Außerdem besteht die Möglichkeit, Ereignisse zu kommentieren und diese mit den einzelnen Messwerten und Nachrichten an das G-System zu übertragen.

Eine integrierte Fernwartungsschnittstelle bietet die Möglichkeit zur Fernwartung.

Das System D-EFÜ kann ausgeführt sein als

- eigenständiges System mit den notwendigen Minimalfunktionen, mit oder ohne Monitor/ Tastatur oder als
- Erweiterung des Farbgrafiksystems D-EVA mit den zusätzlich durch D-EVA gebotenen Möglichkeiten zur innerbetrieblichen Auswertung der Emissionsdaten wie grafische Darstellung, Tabellenerstellung usw.

Im Netzwerkbetrieb können an das D-EFÜ / D-EVA Master-System außer DOS Slave-Systeme auch in beliebiger Kombination Slave-Systeme für Windows 95 oder Windows NT angeschlossen werden.

Um die EFÜ-Funktion zu aktivieren, müssen in der Installationsdatei die entsprechenden Schlüsselworte

eingetragen werden. Wenn EFÜ richtig installiert wurde, gibt es einen Menüpunkt „EFÜ“. Bei einer Erstinstallation meldet EFÜ sich passiv. Um EFÜ in Betrieb zu nehmen und die Verbindung zum GAA aufzubauen zu können, muss zuerst ein Datenmodell erstellt und freigegeben werden. Vor der ersten Datenübertragung findet automatisch eine sogenannte Erstanmeldung beim GAA statt. Hierfür muss eine Kennung mit dem GAA vereinbart und in der Installationsdatei angegeben werden. Damit eine Verbindung zustande kommen kann, muss das System beim GAA als Externsystem eingetragen worden sein. Bei der Erstanmeldung wird diesem System vom GAA ein Zeitfenster zugewiesen, in dem die Datenübertragung erfolgen darf. Sobald EFÜ aktiv ist, erfolgt die Datenübertragung an das G-System automatisch:

- einmal pro Tag,
- bei Grenzwertüberschreitung (wenn dieses installiert wurde)
- oder auf Anforderung des GAA

Es werden jeweils alle für EFÜ installierten Messwerte, Statussignale und Betriebsarten sowie möglicherweise vorhandene Kommentare, Nachrichten oder Datenmodelle übertragen. Jeder Messwert kann kommentiert werden. Dies kann auch dann noch erfolgen, wenn die Messwerte bereits an das G-System übertragen wurden. Außerdem besteht die Möglichkeit, Nachrichten an das GAA zu senden.

## 2.1 Gesamtsystem

Analoger Telefonanschluss (TAE6-N) mit Durchwahlmöglichkeit und Ferngesprächsfreigabe, der ausschließlich für die Datenübertragung zum Gewerbeaufsichtsamt zur Verfügung steht.

- Emissionsrechner D-MS 285 bzw. D-MS 385 oder D-MS 500
- PC (Tischgehäuse oder 2/4 HE 19,-Einbau)
  - kompatibel zu IBM-AT
  - ab 80486
  - ab DOS 5.0
  - ab 4MB
  - 2 serielle Schnittstellen
  - Diskettenlaufwerk 3½"
  - Festplatte ab 80 MB
  - Bildschirm
  - Tastatur
- Einstechmodem
- Verbindungsleitungen
- Drucker

In einfachster Ausführung kann der Rechner als 2 HE-19,-Einschub ohne Bildschirm und Tastatur verwendet werden. Verschiedene Gehäuseformen sind lieferbar, z.B. Tisch- oder 19,- Ausführung mit unterschiedlichen Bildschirmdiagonalen. Der Abstand Bildschirm/ Rechner/ Tastatur beträgt 1 m, kann jedoch verlängert werden. Der Abstand von D-EFÜ zum TAE-Anschluss beträgt 3 m, kann jedoch verlängert werden. Als Option ist eine Funkuhr verfügbar.

## 3. Technische Daten

### 3.1 Ergebnisse der Eignungsprüfung

Das als D-EFÜ System bezeichnete eigenständige System übernimmt ausschließlich die für EFÜ-Systeme geforderten Fernübertragungsfunktionen und Speicherarbeiten für die Emissionsmessdaten.

Zusammen mit einem Auswerterechner realisiert das D-EFÜ System ein vollständiges EFÜ-System im Sinne der Mindestanforderungen. Als integriertes Software-Modul wird D-EFÜ unter der Bezeichnung D-EVA innerhalb des Farbgrafik-Bausteins zum Auswerterechner angeboten.

### 3.2 Mehrere Emissionsrechner

Bis zu 16 Emissionsrechner können auf ein D-EFÜ über einen Duplexer D-MS 385 No15 zusammenge schaltet werden. Die Daten dieser Emissionsrechner werden über ein Modem an das EFÜ-System übertragen.

### 3.3 Netzwerk

D-EFÜ ist netzwerkfähig, d.h. die Daten von D-EFÜ können alternativ/zusätzlich unter dem Netzwerk betriebssystem Novell auf einem Server gespeichert und von dort weiteren Stationen zur Verfügung gestellt werden.

### 3.4 Backup

Für eine lückenlose Datensicherung von der Festplatte auf die Diskette ist es erforderlich, dass die neue Sicherungskopie in der Datendatei da ansetzt, wo die letzte Datensicherung beendet wurde.

### 3.5 Alarm

Bei einer Alarmübertragung werden alle Daten des laufenden Tages unverzüglich an das GAA übertragen. Diese Funktion kann benutzt werden, um dringende Nachrichten sofort an das GAA zu übertragen.

## 4. Zulassungen

Das D-EFÜ-Modul als eigenständiges System und in Verbindung mit der Erweiterung des Farbgrafiksystems D-EVA wurde durch den TÜV Rheinland Sicherheit und Umweltschutz GmbH „Institut für Umweltschutz und Energietechnik“ eignungsgeprüft.

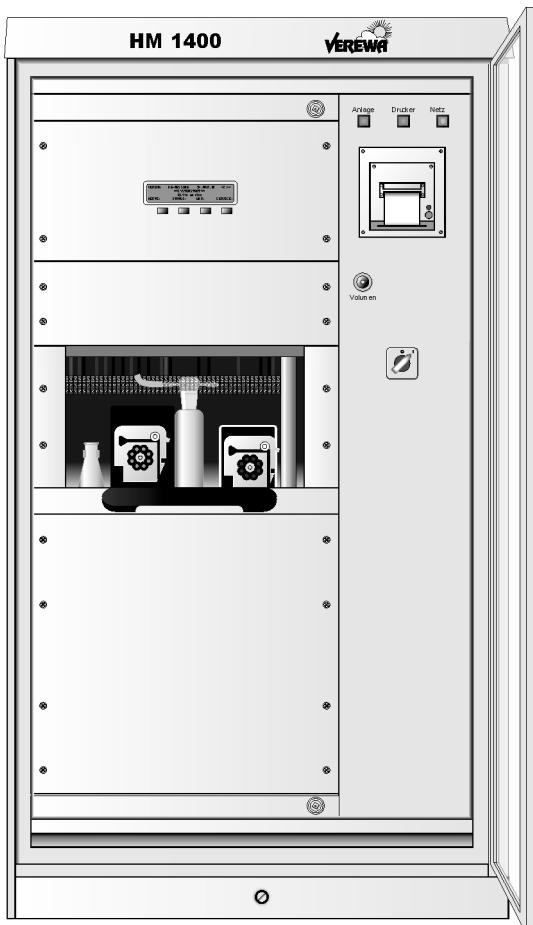
TÜV-Bericht: 936/808014/A

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Emissionsrechner D-MS 285 und D-MS 500 in Verbindung mit dem D-EFÜ-Modul als Schnittstelle zur Emissionsüberwachung der Firma DURAG Industrielektronik GmbH & Co KG, Hamburg.





## Extraktives Gesamt-Quecksilber-Emissionsmessgerät HM-1400



### Zertifikate

- VDI 3868 Bl. 3 E
- UBA Forschungsbericht 91-10402171
- Eignungsprüfung nach 17. BlmSchV durch TÜV Rheinland, Bericht Nr. 936/8003002, Veröffentlichung GMBL 1996, Nr. 28, S. 592



### 1. Anwendungsbereiche

- Abfall-Verbrennungs-Anlagen (kommunaler, industrieller, klinischer Müll)
- Klärschlamm- und Sondermüll-Verbrennung
- Stahlwerke mit Schrottwiederaufbereitung
- Altlastensanierung (thermische Bodenreinigung)
- Krematorien
- Quecksilberminen und -Raffinerien
- Leuchtstoffröhren-Recycling

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

Durch die innen mit PTFE ausgekleidete und beheizte Probensonde aus Titan und die beheizte PTFE Probenleitung saugt das HM-1400 kontinuierlich Probengas an. Für die Genauigkeit der Messung ist von größter Wichtigkeit, daß das Probengas vor Eintritt in den Detektor ausschließlich mit für Quecksilber inertes Material in Berührung kommt. Im HM-1400 befinden sich ausschließlich PTFE, Quarz und Glas im Probengasweg.

Optional durchläuft das Probengas den infrarotbeheizten Ofen. Darin werden bei 800°C alle Erscheinungsformen des Quecksilbers in die Gas- bzw. Dampfform überführt:  $Hg^0$  liegt bereits in Dampfform vor,  $Hg^0$  adsorbiert an Partikeln (z.B. Aktivkohlepartikel nach Fließbett- (Aktivkokks-) Scrubbern) wird verdampft und die Aktivkohle verbrannt, Hg-Verbindungen werden entweder verdampft bzw. bereits teilweise thermisch in die Elemente dissoziiert.

Die vorbehandelte Probe fließt durch den ersten Reaktor, wo sie mit einem konstanten Fluß von Salzsäure (HCl) bei 70°C gemischt wird. Dadurch wird das ionisch vorliegende Quecksilber in  $HgCl_2$  überführt. Vor dem zweiten Reaktor wird die Gas-Flüssig-Mischung mit einem konstanten Fluß an Natrium-Bor-Hydrid-Lösung ( $NaBH_4$ ) versetzt. In diesem Reaktor werden bei 10°C alle Quecksilberionen stöchiometrisch vollständig zu  $Hg^0$  reduziert, das in dem Gas-Flüssig-Scheider bei 2°C vollständig in die Gasphase überführt wird. Quecksilber, das bereits in Dampfform vorliegt,

wird durch die chemischen Reaktionen nicht beeinflußt.

Als Detektor wird ein spezifisch auf die Quecksilberabsorptionswellenlänge eingestelltes nicht-dispersives Zweistrahl-UV-Photometer eingesetzt. Ein Flüssigkeitswächter schützt das UV-Photometer, sollte wider Erwarten eine Wasserkondensation auftreten. In diesem Fall werden sämtliche Pumpen sofort abgeschaltet. Das UV-Photometer mißt Quecksilber bei der sehr selektiven Wellenlänge von 253,7 nm und verwendet als Referenz die von Hg befreite Probengasmatrix. Der Gesamt-Quecksilber-Analysator wird durch einen Industrie-PC gesteuert, der ebenfalls die Kalkulation der Gesamt-Quecksilber-Konzentration durchführt. Die Bedienung erfolgt durch vier Softkeys und die Anzeige auf einem digitalen Display (4 Linien mit je 40 Zeichen). Wichtige Programmschritte sind nur nach Eingabe eines Passworts durchführbar.

### 3. Technische Daten

#### 3.1 Ergebnisse der Eignungsprüfung

Geprüfter Meßbereich	0 - 150 $\mu\text{g} / \text{Nm}^3$
Verfügbarkeit	>95 %
Wartungsintervall	3 oder 6 Wochen
Nachweisgrenze	<3 $\mu\text{g} / \text{Nm}^3$
Beeinflussung des Messsignals durch barometrische Luftdruckschwankungen	keine
Probengasfluss	120 $\text{NI} / \text{h}$
Zul. Umgebungstemperatur	+5°C bis +30°C
Fehlergrenze	±5% vom Meßbereich
Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes	<2%
Temperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit	<3%
Zeitliche Änderung	

des Nullpunktes

< ±1,5% vom Meßbereich / Woche, automatischer Nullabgleich

Zeitliche Änderung der Empfindlichkeit

<±2% vom Meßbereich / Woche

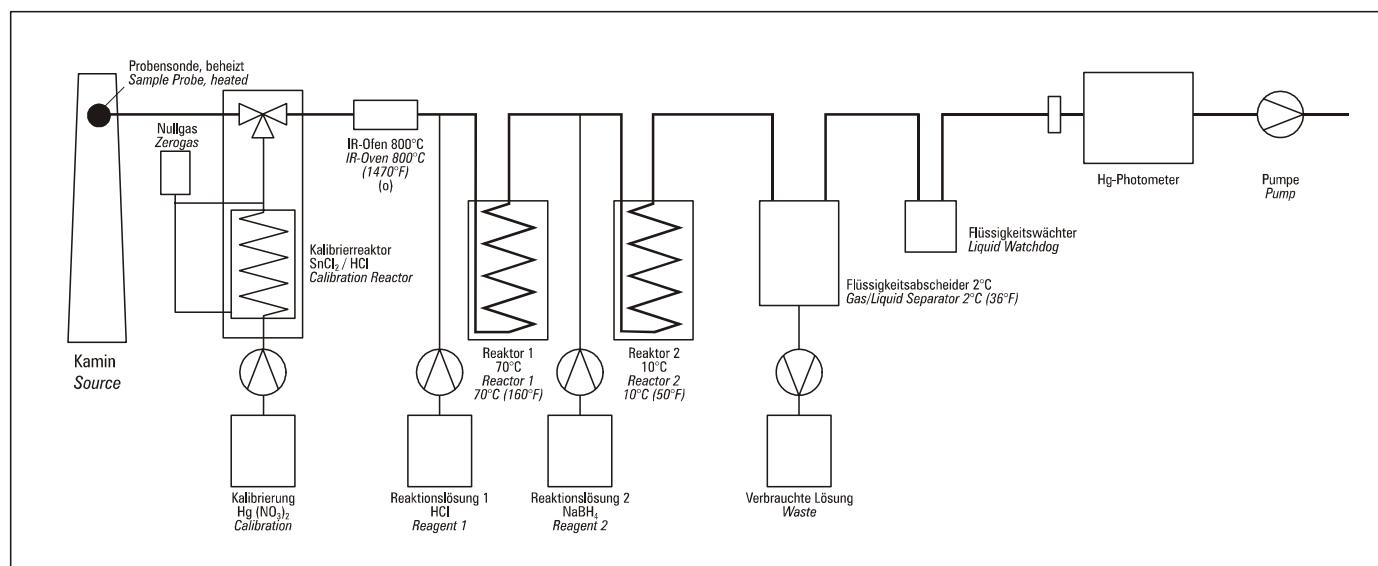
Einstellzeit

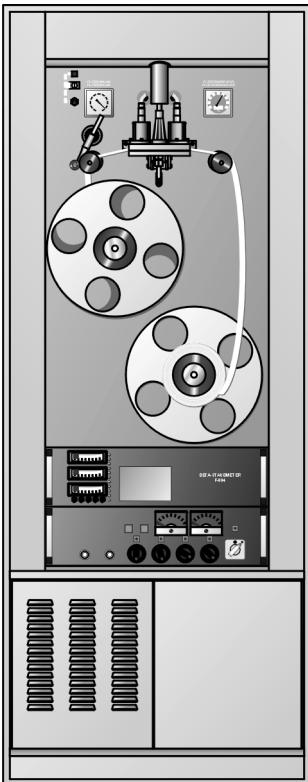
< 1 min

#### 3.2 Sonstige technische Daten

Meßbereich	0 - 15 bis 0 - 500 $\mu\text{g} / \text{Nm}^3$ , wählbar (größerer Meßbereich mit Verdünnungseinrichtung bzw. Als Option)
Energieversorgung	230 V / 50 Hz, +10 / -15%, 2,3 kVA
Einlaufzeit	30 Minuten
Messwertausgang	4 - 20 mA, RS 232
Messwertanzeige	in $\mu\text{g} / \text{Nm}^3$
Betriebs- und Fehlerstatussignale	Schaltkontakte, potentialfrei
Abmessungen (H x B x T)	1400 x 1150 x 600 mm
Gewicht	250 kg
Probenahmesystem	nach VDI 3868 Bl. 3E, PTFE ausgekleidete Titansonde mit elektrischer Widerstandsheizung (geregelt), beheizte PTFE Probenleitung
Quecksilberdetektor	UV-Absorptions-Zweistrahl-Photometer (253,7 nm)
Reaktionslösungen	Salzsäure, Natriumborhydrid

*Solutions for  
Emission and  
Combustion*





### Zulassungen

- Eignungsprüfungsbericht Nr. 3.5.2/209/88-338529 RWTÜV und Ergänzung Nr. 352/740/94/577413
- BMU-Zulassung RdSch. v. 1.6.1990 IGI2
- Bauartzulassung: HH 1/98
- PTB Prüfschein Nr. 6.22-R202
- UBA Forschungsbericht: 91-10402171



### 1. Anwendungsbereiche

- Kohle- oder schwerölfgefeuerte Kraftwerke
- Müllverbrennungsanlagen (Kommunal-, Industrie- und Sondermüll)
- Klärschlammverbrennung
- Emissions-Staubmessung nach Naßwäschern oder in sehr nassen Abgasen
- Messen und Sammeln von Staubpartikeln zur Schwermetallanalytik
- Messen sehr niedriger Staubkonzentrationen in Emissionen
- Emissions-Staubmessung in Schornsteinen mit geringem Durchmesser
- Staub-Konzentrations-Messungen in Prozessapplikationen
- Ortsveränderlicher Einsatz der portablen Gerätversion

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

Das Komplettgerät besteht aus der Probensonde (Material 1.4571 oder Titan), mit Niedervolt-Widerstandsheizung, mit oder ohne Verdünnung. An die Sonde schließt sich die ebenfalls widerstandsbeheizte Probenleitung aus 1.4571 an, die das beheizte Probengas zum Analysator und auf das Filterband

führt, das gasdicht im beheizten Filterbandhalter liegt. C-14 Strahler und Detektoren (Geiger-Müller Endfenster-Zählrohre) sind außerhalb des Gasstroms links und rechts vom Probengasanschluß am Filterhalter befestigt. Dadurch findet keine Beeinflussung der Partikel im Gasstrom statt und es ist gewährleistet, daß sich die Staubpartikel gleichmäßig und eben auf dem Filterband abscheiden.

Im F-904 wird vor jedem Sammelzyklus die Impulsrate  $I_0$  des unbeladenen Filterbandes gemessen (dies entspricht einer automatischen Nullpunkt Korrektur), dann wird exakt auf diesem Filterfleckchen während einer vorher festgelegten Zeit Staub gesammelt und schließlich die Impulsrate  $I_1$  des beladenen Filterbandes mit derselben Quellen/Zählrohr-Kombination gemessen. Die Differenz der beiden Impulsraten ist direkt proportional dem Massenzuwachs durch die Staubpartikel, die auf dem Filterband an dieser Stelle gesammelt wurden. Mit Hilfe des zweiten Quellen/Zählrohr-Paars wird zeitlich versetzt derselbe Zyklus gefahren, so daß damit erreicht wird, daß das F-904 nahezu kontinuierlich Staub aus dem Probengas sammelt.

Nach dem Filterhalter durchläuft das Probengas den Probengaskühler, in dem auf +4°C gekühlt und das Kondensat abgezogen wird. Dadurch wird das Messsignal in „Rauchgas trocken“ angegeben. Durch die

Pumpe und den Venturi-Durchflußregler wird der Gasstrom zum Geräteausgang geführt. Elektronisch wird das gesamte Gerät von einer speicherprogrammierbaren Steuerung bedient (SPS), die ebenfalls die Berechnung des Konzentrationssignals aus den Messsignalen (Differenz beider Impulsraten sowie des trockenen Gasvolumens) durchführt.

Die Ausgabe erfolgt als Stromsignal 4...20 mA und repräsentiert die Staubkonzentration im Bereich von 0...X mg/Nm<sup>3</sup> (X = jeweils programmierte Messbereichsendwert).

### 3. Technische Daten

#### 3.1 Ergebnisse der Eignungsprüfung

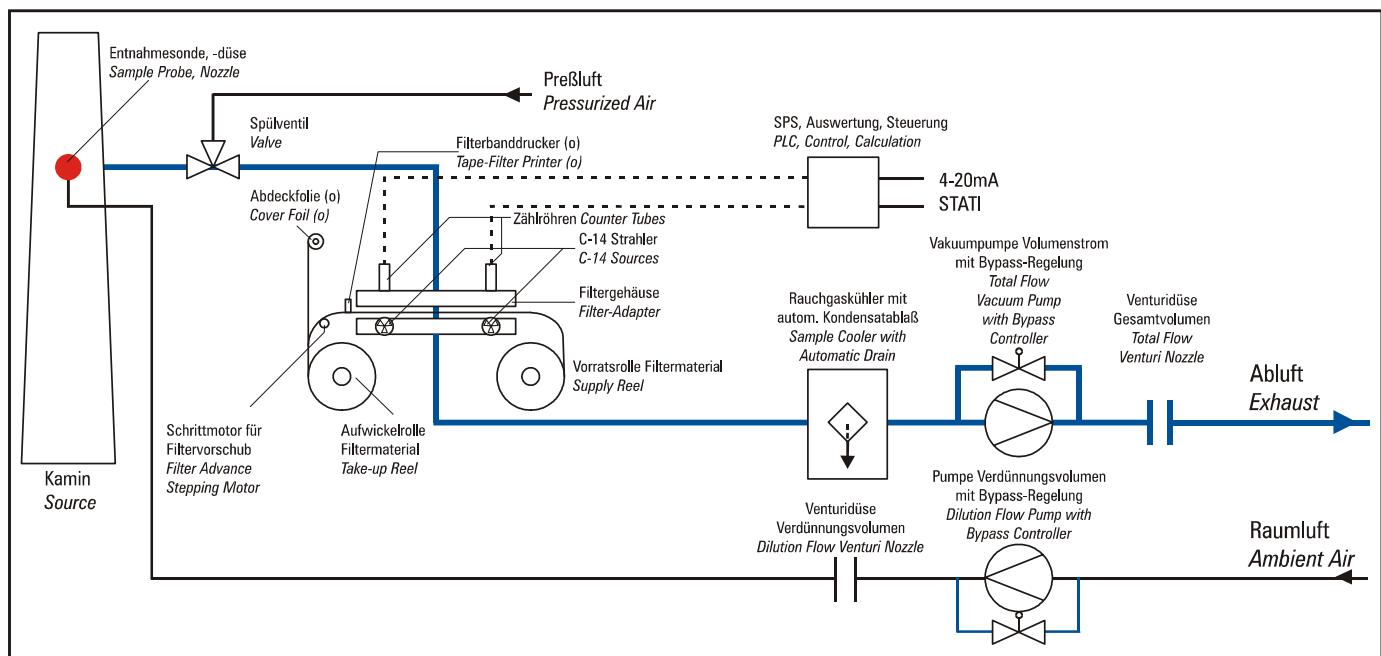
Geprüfte Messbereiche	0-15 bis 0-225 mg/Nm <sup>3</sup>
Verfügbarkeit	>95%
Wartungsintervalle	wöchentlich
Nachweisgrenze	<0,3 mg/Nm <sup>3</sup>
Beeinflussung des Messsignals durch barometrische Luftdruckschwankungen	keine
Gaspropendumfluss	geregelt
Zul. Umgebungstemp.	-20°C bis +50°C gemäß optionaler Ausstattung
Fehlergrenze	<±5% vom Messbereich
Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes	<2,5% vom Messbereich
Temperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit	<1,5% vom Messbereich
Zeitliche Änderung des Nullpunktes	<2,5% vom Messbereich pro Wartungsintervall

Zeitliche Änderung der Empfindlichkeit

<1% vom Messbereich pro Wartungsintervall  
Zykluszeit + Messzeit  
(anreicherndes Verfahren)

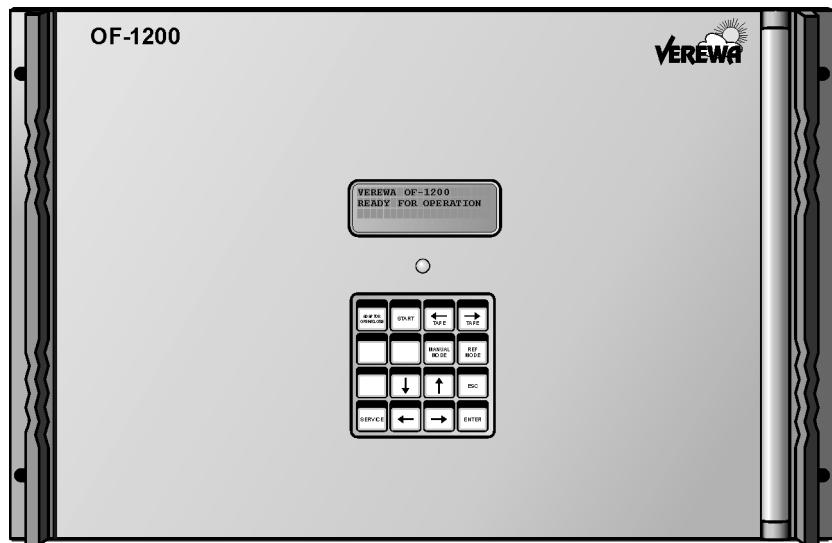
#### 3.2 Sonstige technische Daten

Messbereiche	zwischen 0-1 und 0-2000 mg/Nm <sup>3</sup> , wählbar
Energieversorgung	230 V - 50 Hz, optional 110 und 220 V / 60 Hz
Leistungsaufnahme	4 - 7 kVA je nach Ausstattung und Auslegung des Probenahmesystems
Einlaufzeit	30 Minuten
Messsignalausgang	4 - 20 mA (für jeweils programmierten Messbereich)
Messwertanzeige	in mg/Nm <sup>3</sup> (Messbereichsgrenzen wählbar)
Betriebs- und Fehlerstatussignale	Schaltkontakte, potentialfrei
Abmessungen (H x B x T)	2100 x 800 x 800 mm (je nach Geräteausführung auch abweichende Maße)
Gewicht	ca. 350 kg
Druckluftanschluß	6 bar, Instrumentenluft





## Extraktives Ruß- Emissionsmessgerät OF-1200



### Zulassungen

- Eignungsprüfungsbericht Nr. 936/802005  
TÜV Rheinland
- BMU-Zulassung



### 1. Anwendungsbereiche

- Automatische Rußzahl-Überwachung von leichtöl-betriebenen Feuerungsanlagen (5-25 MW) nach TA-Luft 3.3.1.2.2
- stationäre und mobile Ausführung
- Vorkalibriertes Gerät mit extraktiver, beheizter Probenahme
- Direkte Rußmessung ohne Staub-/Aerosolanteile
- Geeignet für ungünstige Montagebedingungen
- Einfache Montage

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

Eine komplette Meßeinrichtung besteht aus der beheizten Probenahme-Einrichtung und dem Rußmeter OF-1200 Grundgerät mit dem mechanisch/optischen Teil sowie dem elektronischen Auswerte- und Steuer teil.

Nach Absaugen von 1,63 Liter Probengas schaltet die Pumpe ab, bzw. wird durch Umschalten eines 3/2-Wege-Magnetventils je nach Betriebsart in einen Bypass-Weg geschaltet.

Anschließend öffnet der Filterhalter, und das Filterband wird so weiterbewegt, daß der Filterfleck unter das Reflektionsphotometer zu liegen kommt (Meßposition). Der Filterhalter schließt und die vom Filterfleck ausgehende Reflektion wird gemessen. Das Rußmessgerät OF-1200 bewertet ausschließlich die auf einem Filterband abgeschiedenen partikulären Rußanteile. Das

Ergebnis wird in Rußzahlen angegeben. Danach öffnet der Filterhalter wieder und das Filterband wird eine bestimmte Distanz vorwärts bewegt, so dass eine nicht beaufschlagte Stelle vom Photometer erfaßt wird. Der Filterhalter schließt, die Reflektion des nicht beaufschlagten Filters wird gemessen und zu  $RZ=0$  gesetzt. Nach der festgelegten Wartezeit öffnet der Filterhalter und der Fleck der Nullwertbestimmung wird rückwärts zum Sammelpunkt transportiert. Der Filterhalter schließt und die Sammelphase beginnt.

Je nach Betriebsart läuft die Messung entsprechend diesem Schema und den eventuell vorhandenen externen Befehlen automatisch ab.

Die Optik im VEREWA OF-1200 besteht aus einem Reflektionsphotometer, das direkt auf den Filterhalter aufgeschraubt ist. Die Lichtquelle im Fotometer emittiert weißes Licht, das von dem Material des Filterbandes reflektiert und absorbiert wird. Der Reflektionsanteil wird in dem Fotometer gemessen. Dieser ist um so größer, je geringer die Schwärzung aufgrund von Ruß auf dem Filterband ist. Querempfindlichkeiten durch andere Staubpartikel haben keinen messbaren Einfluss, da die Lichtabsorption der schwarzen Kohlenstoffpartikel (Ruß) um ca. vier Zehnerpotenzen größer ist als die anderer Substanzen oder Aerosole.

Das gemessene Lichtsignal wird im Fotometer in ein elektrisches Signal ungeformt, das direkt der Elektronik zugeführt wird.

Die Elektronik des VEREWA OF-1200 ist als Ein-Bord-Mikroprozessor-System aufgebaut. Das Herzstück ist

ein Mikroprozessor, der die gesamte Steuerung und Kalkulation durchführt.

Referenzverfahren

Grundkalibrierung nach DIN 51402 Teil 1

### 3. Technische Daten

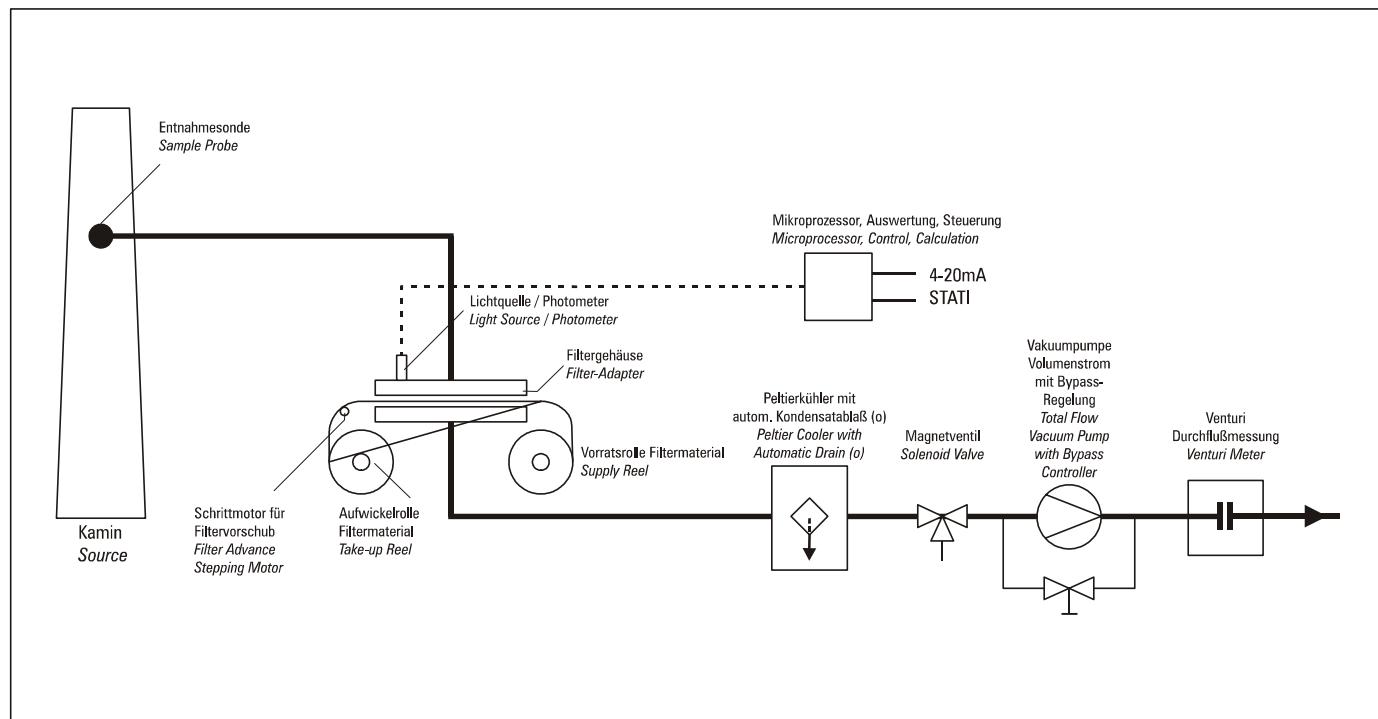
#### 3.1 Ergebnisse der Eignungsprüfung

Geprüfter Meßbereich	0 - 3 RZ
Verfügbarkeit	>95%
Wartungsintervall (min.)	20 Tage bei 25% Betrieb
Nachweisgrenze	0,1 RZ
Teilvolumenstrom	1,63 l $\pm$ 0,13 l in 50 s
Zulässige Umgebungs-temperatur	-20°C bis +50°C, gem. opt. Ausstattung
Fehlergrenze	<5% vom Meßbereich
Temperaturabhängigkeit des Messwertes	<6,3%
Temperaturabhängigkeit des Probengasstromes	<4,3%
Zeitliche Änderung des Nullpunktes	automatische Nullpunkt-korrektur
Zeitliche Änderung der Empfindlichkeit	<1% / Woche (RZ=1)
Einstellzeit(Zykluszeit)	2 min

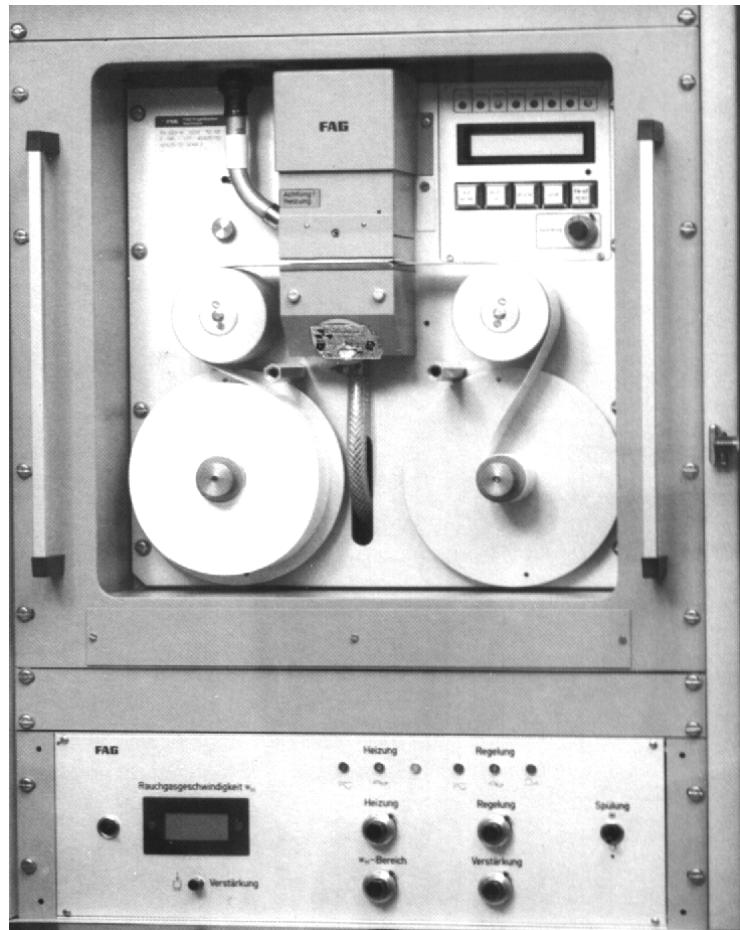
#### 3.2 Sonstige technische Daten

Meßbereich	0 - 3 RZ
Energieversorgung	230 V - 1/N/PE-50 Hz, +10%, -15%
Leistungsaufnahme	ca. 1 KVA
Einlaufzeit	<30 min
Messwertausgang, Signale	4 - 20 mA, Centronics, Statussignale
Messwertanzeige	in RZ (Rußzahl)
Abmessungen	320 x 450 x 650 MM (HxBxT)
Gewicht	ca. 35kg

*Solutions for  
Emission and  
Combustion*



## Automatische Staubmeßanlage für Emission FH 62 E-N A



### 1. Anwendungsbereich

Eignung für die kontinuierliche Messung der Staubkonzentration ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) in der Abluft von Feuerungs - und Müllverbrennungsanlagen hinter filternden Abscheidern und/oder Naßwäsichern.

#### Eignungsprüfung:

TÜV-Bericht Nr. 1472356-2 (1990)  
TÜV Bayern, München

GMBI-Blatt-Nr. 20 (1990), Seite 399

### Weitere Anwendungsmöglichkeiten:

Messung niedriger Staubkonzentrationen z.B. nach Wäschern, REA usw. sowie bei wechselnden Betriebsbedingungen. Das Meßverfahren ist unabhängig von Farbe, Form und Größe der Partikel.

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

Die Staubmeßgeräte vom Typ FH 62 sind die einzigen radiometrischen Geräte, die während der Sammlung des Staubes **gleichzeitig** die sich akkumulierende Partikelmasse messen und anzeigen. Aus dieser Verfahrensweise resultiert die Echt-Zeit-Messung des Staubes

und die Online-Messung der Massenkonzentration des Staubes im Kamin.

Nach einem automatischen Nullabgleich wird aus dem Kamin ein Teilstrom geregelt isokinetisch entnommen, der aufgeheizt und mit Frischluft verdünnt, durch das Meßfilter gesaugt wird. Dieser Filterfleck befindet sich im radiometrischen Meßsystem. Gleichzeitig mit der wachsenden Staubmasse auf dem Filter wird der radiometrisch Strahl abgeschwächt und die zeitliche Massenzunahme als integrales Signal aufgezeichnet.

Die Staubkonzentration wird aus der Massenzunahme des Staubes auf dem Filter und des Durchflusses berechnet und in Echtzeit ausgegeben.

Die wesentlichen Eigenschaften dieser Anlage sind die kontinuierliche Messung der Staubkonzentration in Echtzeit und die automatische isokinetische Entnahme mit Verdünnungstechnik.

Durch die geregelte Verdünnungstechnik und die Heizung der Sonde und der gesamten Entnahmleitung bis zur Meßstelle arbeitet das System auch bei hohen Feuchtegehalten bis zur Tröpfchenbildung in der emittierten Abluft. Die Konzentrationsberechnung wird durch eine Geschwindigkeitsmessung der Abluft durchgeführt.

Die automatische Regelung der Verdünnungsluftmenge gewährleistet auch bei zunehmender Staubbeladung des Meßfilters eine repräsentative Probenahme. Mehrere integrierte Schutzfunktionen verhindern Anbackungen oder Kondensation in der Entnahmesonde.

### 3. Technische Daten

#### 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung

Bezugsgröße Meßbereichsendwert(ME)

geprüfte Meßbereiche 0-30 und 0-250 mg/m<sup>3</sup>

Nachweisgrenze: 2 µg/m<sup>3</sup>, 0,5 µg/m<sup>3</sup> (24h)

Verfügbarkeit ≥ 98 %

Reproduzierbarkeit 18

Umgebungstemperatur - 20 °C - + 50 °C

Zeitliche Änderung des Nullpunktes: ≤ 2 %  
vom ME/Wartungsintervall

Zeitliche Änderung der Empfindlichkeit: ≤ 4%  
vom ME/Wartungsintervall

#### 3.2 Weitere technische Daten

Meßwertausgänge RS 232 , 0 - 10 V;  
0 - 20 mA

Meßwertanzeige LCD/LED,  
fernsteuerbar

Nachweisgrenze 0,75mg/Nm<sup>3</sup> bei  
VT=140 l/h

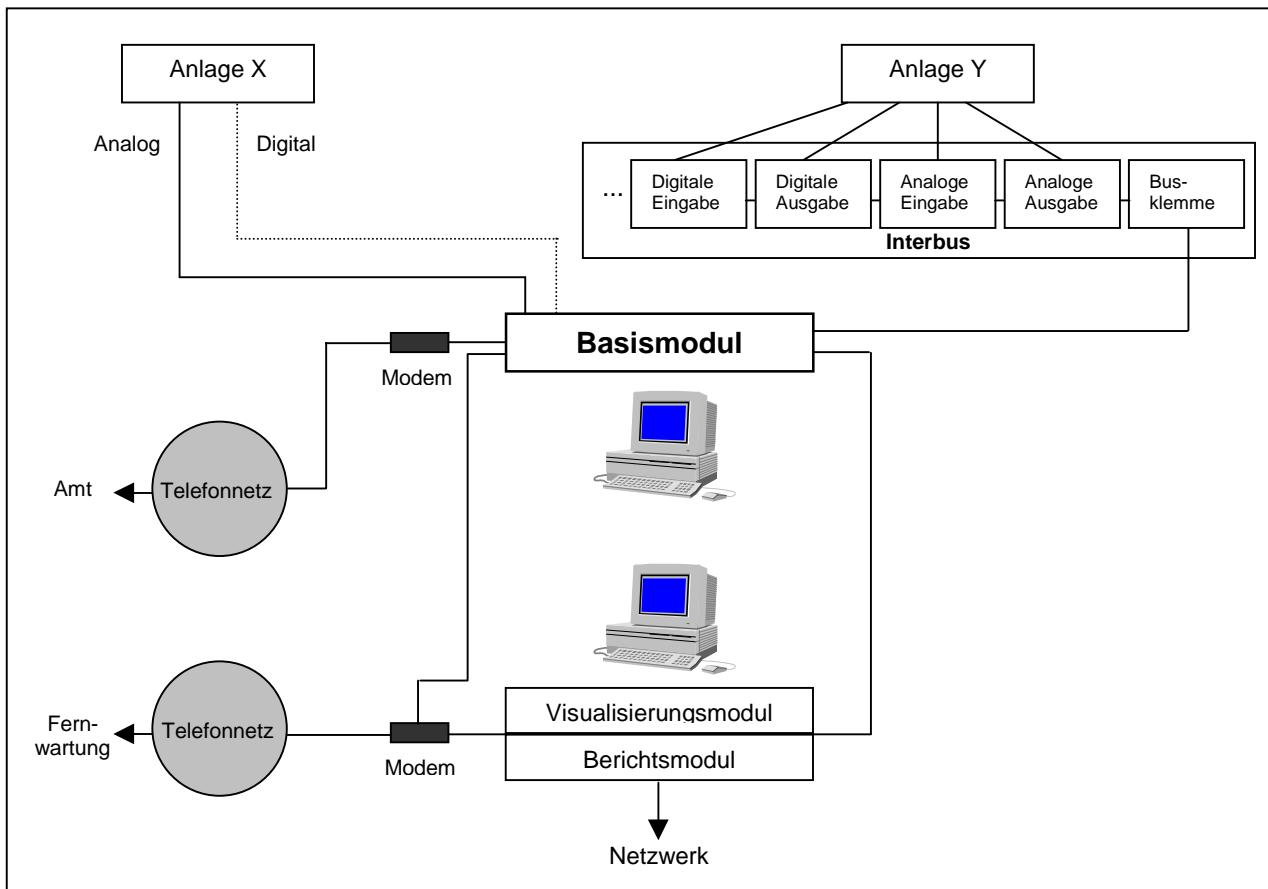
Präparat <sup>85</sup>Kr ; 1,85 GBq  
(50 mCi)

Bauart-Zulassung By 34/88

---

**ESM ANDERSEN INSTRUMENTS  
GMBH**

*Frauenauracher Str. 96  
D-91056 Erlangen / Germany  
09131/909 262 - FAX 09131/909 156*



## 1 Anwendungsbereich

EMIS ist ein leistungsstarkes Baukastensystem zur Unterstützung und Optimierung aller Funktionen: von der Datenübernahme über -auswertung bis hin zur -visualisierung und Emissionsdatenfernübertragung (EFÜ). Von GTÜ entwickelt, vereint EMIS betriebliche, behördliche und gesetzliche Anforderungen, wie z.B.:

- Technische Anleitung LUFT (TA Luft 1986)
- Verordnung über Großfeuerungsanlagen (13. BlmSchV)
- Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe (17. BlmSchV)
- Richtlinien über die Auswertung kontinuierlicher Emissionsmessungen (RdSchr. D. BMU v. 26.7.1988)

## 2 Aufbau und Arbeitsweise

Das Basismodul ist ein eignungsgeprüfter Emissionsrechner mit integrierter EFÜ-Schnittstelle sowie Schnittstelleninterface zur Prozeßvisualisierung und Archivanzage.

Die Meßwertübernahme erfolgt wahlweise mit eignungsgeprüften Meßwerterfassungskarten oder auf Basis des eignungsgeprüften Feldbusystems Interbus-S. Die Ausgabe von Signalen geschieht über Ausgabekarten, Interbus-S Module und 3964R Protokoll.

Die Emissionsfernüberwachungssysteme sind fernwartungsfähig; dies ermöglicht eine schnelle Reaktionsfähigkeit bei Störungen und kostengünstige Wartungseinsätze.

### 3 Technische Daten

#### 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung

##### *Dauertest*

Im Rahmen der Dauerprüfung wurden die Gerätefunktionen hinsichtlich der Klassierung und der Dokumentation Emissionswerte sowie die Übertragung an das entsprechende G-System geprüft.

##### *Verfügbarkeit*

Im überprüften Zeitraum vom 01.07.1993 bis zum 30.09.1993 wurde ein Verhältnis von 2184 überwachten Stunden in der Abfallverbrennungsanlage vom Emissionsfernüberwachungssystem EFÜ zu 2184 Kalenderstunden ermittelt. Daraus ergibt sich eine Verfügbarkeit des Emissionsfernüberwachungssystems EFÜ von größer 99,99%.

##### *Stabilität der Meßwertverarbeitung*

Über die Untersuchungsdauer wurde keine Drift des momentanen und des verrechneten Meßwertes festgestellt.

##### *Integrationszeitfehler*

Der Zeitfehler betrug 0,0031% bei Mitteilung der Integrationszeiten auf RTC-Basis über einen Zeitraum von 203 Tagen. Die obligatorische Verwendung einer Funkuhr liefert noch bessere Ergebnisse.

##### *Linearität der Meßwerterfassungen*

Die Ergebnisse zeigen für alle Komponenten (Feldbus Interbus-S, Meßwerterfassungskarten) eine vernachlässigbare Abweichung der übertragenen Ist-Werte von den aufgegebenen Soll-Werten.

##### *Genauigkeit der Meßwertverarbeitung*

Die Abweichungen der normierten und nicht normierten Werte von den entsprechenden Sollwerten sind in jedem Fall kleiner als 1,0% sind. Die festgestellten Auswerteunsicherheiten entstehen, sowohl bei der Umformung der Analogsignale durch den A/D-Wandler und bei der Bezugssrechnung der Rohwerte.

##### *Genauigkeit der Klassierung*

Die Trennschärfe des Meßwerterfassungssystems beträgt bei einer Klassenbreite von 10 mg/m<sup>3</sup>. Das entspricht der Ansprechempfindlichkeit von 0,5% der Klassenbreite.

##### *Sicherung der Daten bei Netzausfall und Störungen*

In allen Fällen gingen keine gespeicherten Daten verloren. Nach Wiederinbetriebnahme nach einem Netzausfall konnte der Datenabruft manuell wieder initiiert werden.

##### *Untersuchung des Einflusses von Netzspannungsschwankungen*

Veränderungen der Netztumspannung zwischen 190 V und 250 V verursachen einen max. Fehler von +/- 0,1%, bezogen auf den Sollwert.

##### *Gerätefunktionen gemäß der 13. BlmSchV, 17. BlmSchV und der TA-Luft*

Die Speicher und Klassen wurden einwandfrei belegt und richtig, entsprechend den Statusmeldungen, zugeordnet.

#### 3.2 Hardware

Das EMIS-Basismodul ist ein Software-Produkt und kann auf handelsüblichen Rechnern (PC) betrieben werden, wenn folgende Mindestspezifikationen erfüllt werden:

- PC mit Pentium – Prozessor 233 MHz oder höher
- Mindestens 64 MB Arbeitsspeicher
- Festplatte mit mindestens 2 GB freier Speicherkapazität
- Mindestens eine freie serielle Schnittstelle nach RS-232 C mit 16 Byte FIFO-(First In First Out) Baustein vom Typ 16550 für den Modembetrieb
- Mindestens VGA kompatible Farbgrafikkarte mit 640x480 Bildpunkten.
- Mindestens VGA-Farbmonitor mit mind. 14" Bildschirmdiagonale.
- ELSA MicroLink 28.8 TQV oder höher
- DOS 6.22

Für die Erfassung von analogen Eingangssignalen werden Meßwerterfassungskarten mit folgenden Daten verwendet:

- Kartentyp: 16-Kanal A/D-Wandlerkarte
- Analogeingänge: max. 16
- Bussystem: ISA
- Eingangsstrombereich: 0/4-20 mA
- Bürde: 50 (0,1%)

Neben der Meßwerterfassung durch A/D-Wandlerkarten ist der Einsatz eines Bussystems möglich. Anwendung findet hier das eignungsgeprüfte Interbus-S Fernbus-System der Firma Phoenix. Der Vorteil liegt in der verlustfreien, digitalen Übertragung der Meßsignale von den Emissionsmeßeinrichtungen zum Auswerterechner über Weglängen bis zu 12 km. Die Datenübertragungsgeschwindigkeit des IBS-Systems beträgt 500 kB/s.

##### *Weitere technische Daten*

Abmessungen/Platzbedarf  
19" Einschub mit 6 HE

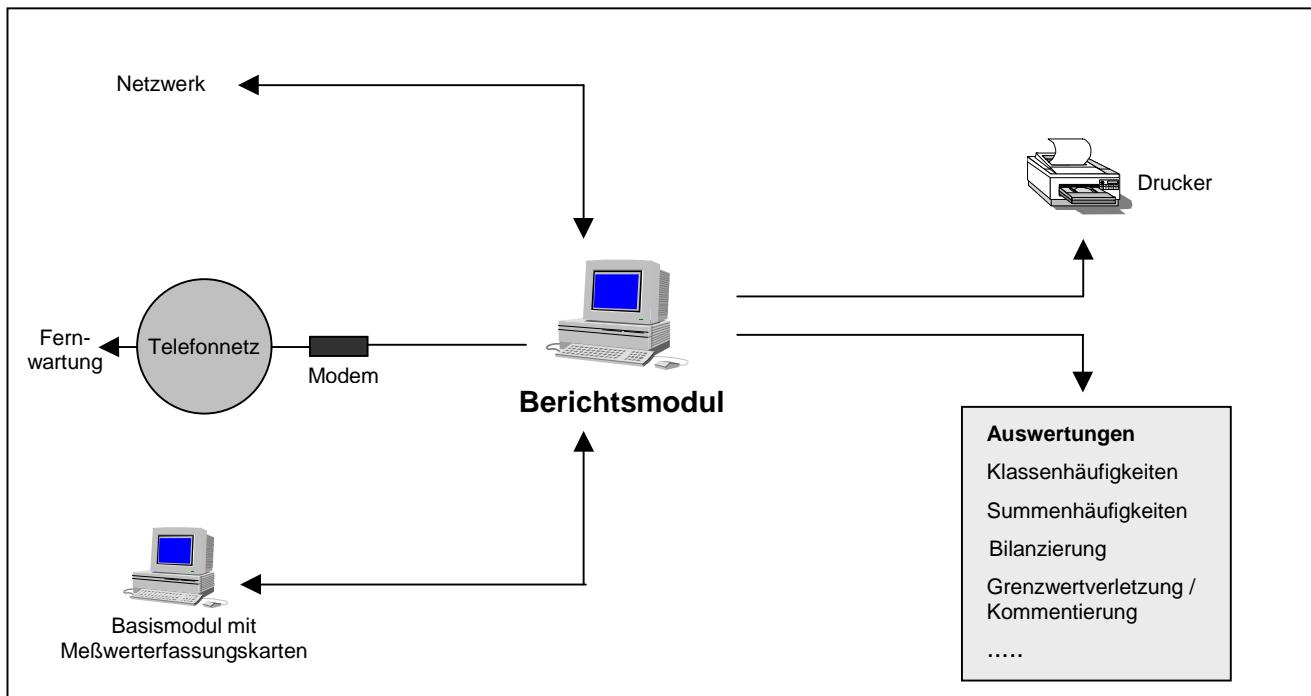
#### 3.3 Software

##### *Emissionsdatenerfassung*

Ein Basismodul ist in der Lage, bis zu 255 Meß-/ Rechengrößen zu verarbeiten und die Betriebsarten von bis zu 50 Anlagen zu verwalten. Diese Meß-/ Rechengrößen können den Anlagen frei zugeordnet werden. Damit kann ein Basismodul mehrere zu überwachende Anlagen eines Betriebes verwalten.

Bei direkter Emissionsdatenerfassung können bis zu 96 Analogsignale und 192 Binärsignale übernommen werden. Aus diesen können Mittelwerte, Extremwerte und Betriebsdaten gebildet werden.

Von externen Rechnern können die Daten von bis zu 50 Anlagen und die Mittelwerte oder Extremwerte für bis zu 255 Meßgrößen übernommen werden.



## 1 Anwendungsbereich

Das **EMIS-Berichtsmodul** ist ein übergeordnetes Modul unter MS-WINDOWS für zentrale innerbetriebliche Kontroll- und Dokumentationsaufgaben entsprechend den behördlichen Vorschriften:

- Zentrale Langzeitarchivierung der übernommenen Daten
- Visualisierung der Archivdaten
- Auswertung der Emissionsdaten nach 13. BlmSchV, 17. BlmSchV und TA Luft,
- Export von Archivdaten zur Weiterverarbeitung in externen Anwenderprogrammen
- Zentrale Ereigniskommentierung (Betreibermitteilung)
- Fernwartungsschnittstelle

## 2 Aufbau und Arbeitsweise

In Betrieben können ein oder mehrere Berichtsmodule eingesetzt werden, an die die Daten eines oder mehrerer (z.B. an unterschiedlichen Standorten installierter) Basismodule des Betriebes zyklisch und/oder auf Anforderung übertragen werden. Die Verbindung zwischen Berichtsmodulen und Basismodulen erfolgt wahlweise über Modem und (internes) Telefonnetz über ein betriebsinternes Rechnernetz (LAN) oder über eine RS-232-C Verbindung (direkte Rechnerkopplung). Damit stehen alle zur Aufsichtsbehörde übermittelten Informationen eines Betriebes auch dem Betrieb selbst zentral zur Verfügung.

### 3 Technische Daten

#### 3.1 Hardware

##### *Personal Computer*

Das EMIS-Berichtsmodul ist ein Software-Produkt und kann auf handelsüblichen Rechnern (PC) betrieben werden, wenn folgende Mindestspezifikationen erfüllt werden:

- PC mit Pentium – Prozessor 233 MHz oder höher
- Mindestens 64 MB Arbeitsspeicher
- Festplatte mit mindestens 2 GB freier Speicherkapazität
- Mindestens eine freie serielle Schnittstelle nach RS-232 C mit 16 Byte FIFO-(First In First Out) Baustein vom Typ 16550 für den Modembetrieb
- Microsoft Maus oder kompatibles Zeigegerät
- Mindestens VGA kompatible Farbgrafikkarte mit 800x600 Bildpunkten. Empfohlen wird eine hochauflösende Farbgrafikkarte mit 1024x768 Bildpunkten.
- Mindestens VGA-Farbmonitor mit mind. 17" Bildschirmdiagonale.
- Microsoft NT 4.0 mit Service Pack 4

##### *Drucker*

Alle Druckausgaben nutzen die standardmäßigen Windows-Druckmechanismen. Jeder unter Windows installierte Drucker kann somit benutzt werden.

##### *Modem*

Handelsübliche Modem mit folgenden Leistungsmerkmalen:

- Hayes-kompatibel (AT-Syntax)
- Datenkompression nach V.42bis/MNP5
- ZZF-Zulassung
- Übertragungsarten: V.21 oder höher
- Übertragungsgeschwindigkeiten: 300 bps - 56.000 bps
- Empfohlener Modemtyp: ELSA MicroLink 28.8 TQV oder höher

##### *Netzwerkeinbindung*

Alle Netzwerkfunktionen nutzen die standardmäßigen Windows- Mechanismen. Jedes für Windows-Betriebssysteme geeignete Netzwerk kann somit verwendet werden. Empfohlen werden Windows NT und Novell Netware.

#### 3.2 Software

Das Berichtsmodul besitzt zahlreiche grafische Anzeigefunktionen und Reports, die verschiedene Tabellendarstellungen bieten und die Daten im Betriebsüberblick oder in einer Tagesübersicht darstellen. Ein weiteres Leistungsmerkmal sind die vielfältigen Auswertefunktionen, wie z.B. die Bildung von Klassen- und Summenhäufigkeiten sowie die Kommentierung von Grenzwertverletzungen. Die optionale Netzwerkfähigkeit erlaubt die Mehrfachnutzung der Auswertedaten.

Die Berichtsmodul-Funktionen im Einzelnen:

##### *Erstellung von Auswertungen*

- Klassenhäufigkeit
- Summenhäufigkeit
- Bilanzierung
- Grenzwertverletzung/Kommentare
- Undefinierte Betriebszustände

##### *Anzeigen von archivierten Daten*

Die von Basismodulen automatisch übertragenen oder angeforderten Daten können in tabellarischer Form oder als Kurvendarstellung angezeigt werden. Dabei stehen für die Kurvendarstellung Tages-, Wochen-, Monats- und Jahreskurven zur Verfügung.

##### *Erstellen von Tagesübersichten*

Tagesübersichten geben Informationen über eine oder mehrere Anlagen jeweils für einen Auswertungstag.

##### *Erstellen von Tages- und Wochentabellen*

Die Tagestabelle zeigt für einen wählbaren Auswertungstag alle Werte und Status ausgewählter Meßgrößen einer oder mehrerer Anlagen. Die Wochentabelle zeigt für eine oder mehrere Anlagen alle Werte und Status für alle sieben Tage des Auswertungszeitraums (Kalenderwoche).

##### *Erstellung eines Betriebsüberblicks*

Der Betriebsüberblick dient zur schnellen Übersicht über alle Anlagen und kann einmal am Tag automatisch oder manuell erstellt werden.

##### *Anzeigen von Meldungen*

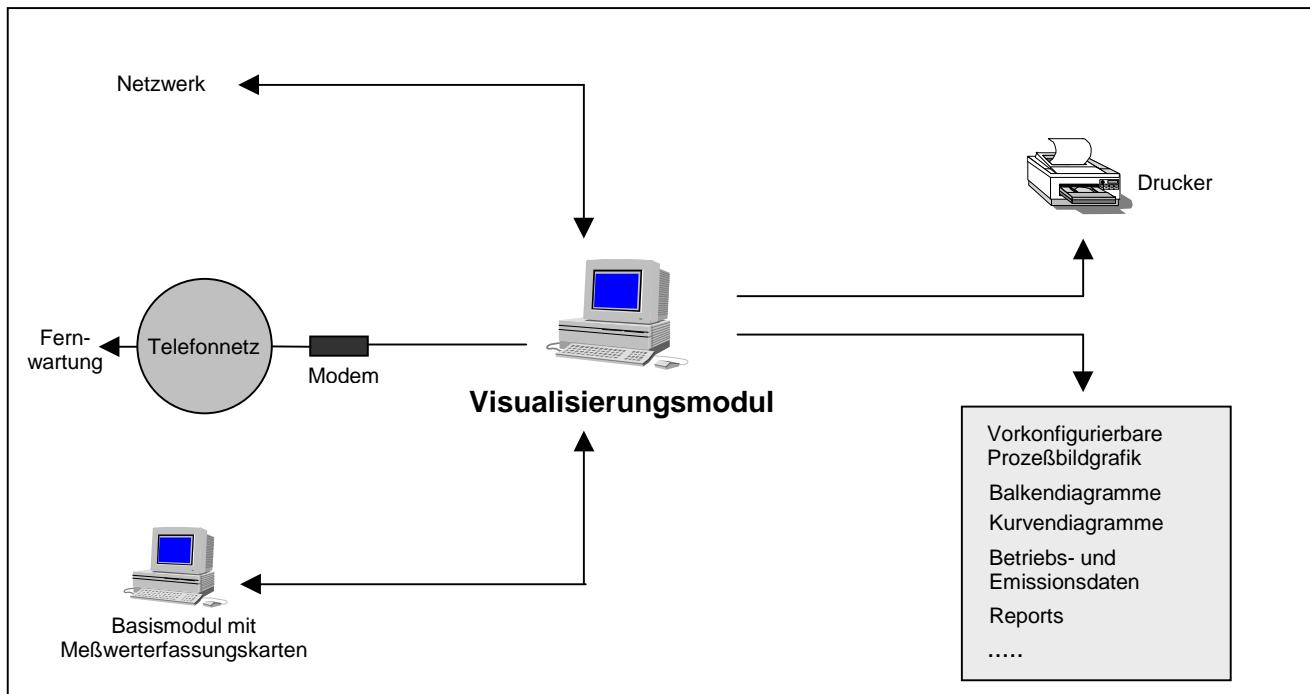
Diese Funktion erlaubt sowohl die Anzeige von archivierten Meldungen eines ausgewählten Basismoduls als auch die des eigenen Berichts-moduls.

##### *Versenden von Mitteilungen*

EMIS bietet die Möglichkeit, zwei Typen von Mitteilungen zu versenden. Dies sind entweder Kommentare oder Nachrichten. Über den Typ der Mitteilung wird u.a. gesteuert, ob diese im Rahmen der Auswertungen zusammen mit Grenzwertverletzungen ausgegeben werden oder nicht.

##### *Ausgabe von Datenmodellen*

Die Datenmodellausgabe zeigt die Daten einer Datenmodellversion eines Basismodul an. Diese Daten beschreiben die Anlagen, Meßgrößen und Zähler des gewählten Basismodul und werden für die Archivierung, Auswertung, Druckausgabe und Anzeige verwendet.



## 1 Anwendungsbereich

Das **EMIS-Visualisierungsmodul** ist eine flexible Lösung für die Darstellung von aktuellen Betriebsdaten zur Überwachung, Steuerung, Aktivierung und Auswertung:

- Übernahme und Archivierung der Daten vom Basismodul
- Vorkonfigurierbare Prozeßbildgrafik
- Protokollgenerator
- Variable Datenhaltung und -archivierung
- Meldesystem mit Ereignissesteuerung
- SPS-Funktion und SW-Regler
- Fuzzy Control
- Programmierschnittstelle / DLL
- Fernwartungsschnittstelle

## 2 Aufbau und Arbeitsweise

Durch seinen modularen Aufbau bietet das Visualisierungsmodul die Möglichkeit der betriebsgerechten Skalierung. Die MS-Office konforme grafische Oberfläche garantiert eine kurze Einarbeitungszeit und eine einfache Handhabung.

Das Visualisierungsmodul ermöglicht sowohl den Zugriff auf Emissionsdaten als auch auf Betriebsdaten. Eine Gegenüberstellung und direkte Vergleichbarkeit der beiden Datenmengen unterstützt die Optimierung der betrieblichen Prozesse. Änderungen bei den Betriebsparametern werden in den Auswertungen der Emissionsdaten sofort erkennbar.

Durch die Mehrplatzfähigkeit lässt sich das Visualisierungsmodul flexibel in das betriebliche Umfeld einbinden. Eine Netzwerkeinbindung in Form einer Client-Server-Anbindung ist realisierbar, wodurch die erworbenen Daten unternehmensweit zugänglich und nutzbar sind.

### 3 Technische Daten

#### 3.1 Hardware

##### *Personal Computer*

Das EMIS-Visualisierungsmodul ist ein Software-Produkt und kann auf handelsüblichen Rechnern (PC) betrieben werden, wenn folgende Mindestspezifikationen erfüllt werden:

- PC mit Pentium II - Prozessor 233 MHz oder höher
- Mindestens 64 MB Arbeitsspeicher
- Festplatte mit mindestens 2 GB freier Speicherkapazität
- Mindestens eine freie serielle Schnittstelle nach RS-232 C mit 16 Byte FIFO-(First In First Out) Baustein vom Typ 16550 für den Modembetrieb
- Microsoft Maus oder kompatibles Zeigegerät
- Mindestens VGA kompatible Farbgrafikkarte mit 1024x768 Bildpunkten.
- Mindestens VGA-Farbmonitor mit mind. 17" Bildschirmdiagonale.
- Microsoft NT 4.0 mit Service Pack 4

##### *Drucker*

Alle Druckausgaben nutzen die standardmäßigen Windows-Druckmechanismen. Jeder unter Windows installierte Drucker kann somit benutzt werden.

##### *Modem*

Handelsübliche Modem mit folgenden Leistungsmerkmalen:

- Hayes-kompatibel (AT-Syntax)
- Datenkompression nach V.42bis/MNP5
- ZZF-Zulassung
- Übertragungsarten: V.21 oder höher
- Übertragungsgeschwindigkeiten: 300 bps - 56.000 bps
- Empfohlener Modemtyp: ELSA MicroLink 28.8 TQV oder höher

##### *Netzwerkeinbindung*

Alle Netzwerkfunktionen nutzen die standardmäßigen Windows-Mechanismen. Jedes für Windows-Betriebssysteme geeignete Netzwerk kann somit verwendet werden. Empfohlen werden Windows NT und Novell Netware.

#### 3.2 Software

Die EMIS-Visualisierungssoftware ist in der Lage bis zu 800 Signale zu verarbeiten. Die Daten können von mehreren Anlagen und Basismodulen übernommen und visualisiert werden.

Vorteilhaft ist die windowskonforme Oberfläche, die eine einfache Einarbeitung und übersichtliche Bedienung der Anwendung ermöglichen.

Durch den vorhandenen Paßwortschutz wird eine eingeschränkte Bedienung der einzelnen Aggregate erreicht. Die vorkonfigurierbaren Darstellungsmöglichkeiten dieser Software bieten eine große Auswahl an Darstellungsmöglichkeiten der Daten, die vom Benutzer arbeitserleichternd genutzt werden können.

##### *Prozeßbildgrafik (vektororientiert)*

Vielfältige Darstellungen durch variable Darstellungselemente (Balken-, Kurven-, Trend- und XY-Darstellung sowie Tabellenausgaben). Vielfältige grafischen Elemente können beliebig kombiniert werden.

Speichern, laden, soomen, verschieben und kopieren von Bildteilen ist möglich.

##### *Datenhaltung*

Zyklische Daten werden in bis zu vier Ringspeichern abgelegt. Die maximale Größe je Datei beträgt 200 Mio. Datensätze. Die ereignisgesteuerte Datenbasis ermöglicht die Aufzeichnung schneller Meßreihen mit Scanintervallen im Millisekundenbereich. Hier lassen sich Anlagenzustände oder ungewöhnliche Parameterveränderungen besser analysieren. In der Textdatenbasis werden einzelne Kanäle dynamischen Texten zugeordnet. Dies unterstützt die Ausgabe im Rahmen des flexiblen Anzeigekonzeptes.

##### *Prozeßschnittstellen / Treiber*

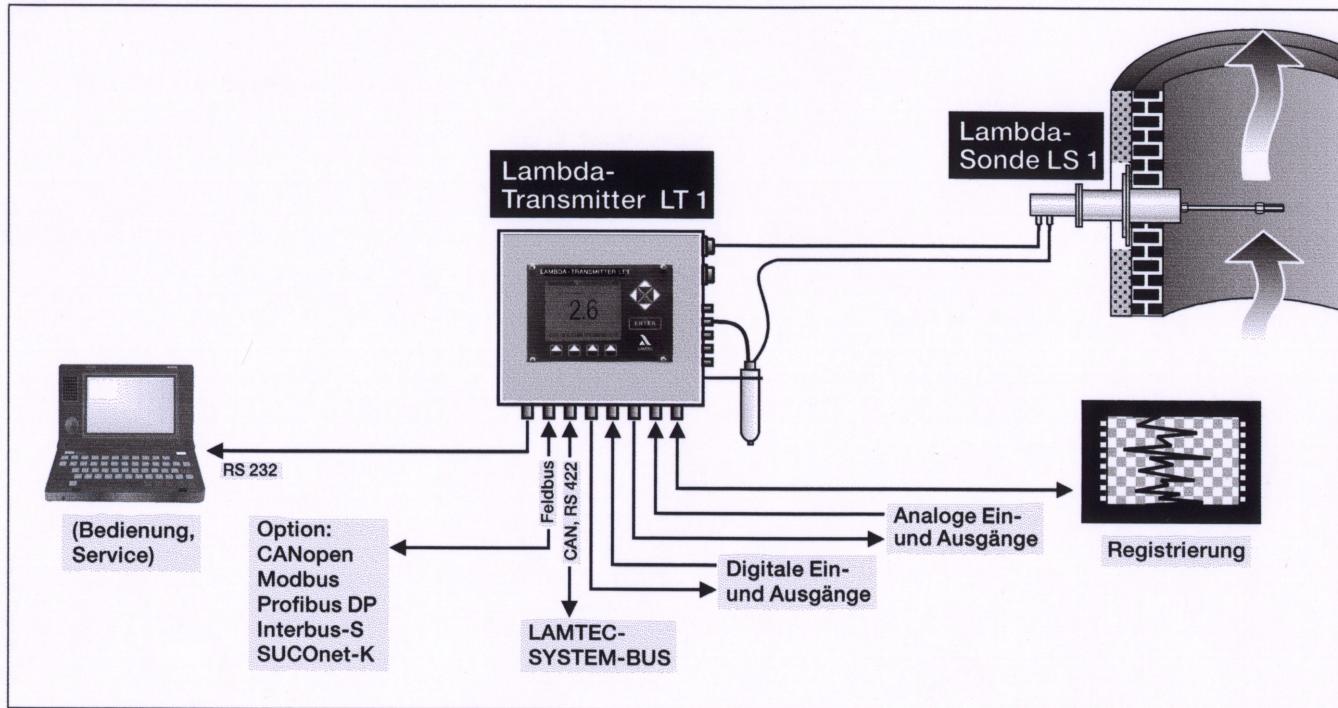
Die Anbindungsmöglichkeiten des Visualisierungsmoduls an den Prozeß sind sehr vielfältig. Neben der Datenübernahme vom Basismodul ist die Meßwertaufnahme über Meßwertkarten, Datalogger, Prozeßleitsysteme und Ähnliches möglich. Es sind Treiber für die meisten marktgängigen Systeme verfügbar.

##### *Schnittstelle zur Datenbanken*

Über einen konfigurierbaren ODBC-Treiber können Prozeßdaten zyklisch oder ereignisbezogen in Datenbanken eingestellt werden. Verdichtete Emissions- oder Produktionsdaten fließen so an externe Systeme. Diese Schnittstelle ist bidirektional, sodaß Sollwerte oder Parametersätze aus Datenbanken zum Visualisierungsmodul transferiert werden können.

##### *Sonderfunktionen*

Auf Wunsch werden in Zusammenarbeit mit dem Kunden spezielle Funktionen erarbeitet und in das Visualisierungsmodul implementiert.



## 1. Anwendungsbereich

Intelligentes Sondeninterface auf Mikroprozessorbasis zur direkten Messung der O<sub>2</sub>-Konzentration von Gasen im überstöchiometrischen Bereich in Verbindung mit der Lambda-Sonde LS 1 (Zirkoniumdioxid-Stromsonde)

- in Verbrennungsabgasen
  - in Industrieabgasen
  - in Ofenatmosphären
  - in Prozessgasen

## Vorteile:

Lineares Sondensignal (Gleichstrom [mA]) mit festem physikalischen Nullpunkt

Messgasttemperatur  
bis 800°C mit Metallentnahme  
bis 1.700°C mit Keramikentnahme

Keine speziellen Eichgase erforderlich, automatische Kalibrierung mit Umgebungsluft (21 Vol.-% O<sub>2</sub>)

Stellt keine Zündquelle im Rauchgaskanal dar. Bestätigung vom TÜV liegt vor.

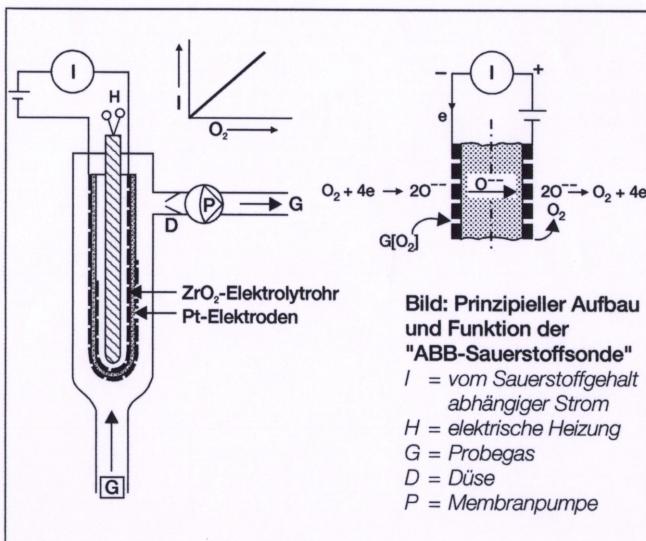
## 2. Aufbau und Arbeitsweise

Die Messung der O<sub>2</sub>-Konzentration erfolgt kontinuierlich mit der Lambda-Sonde LS 1. Sie besteht im wesentlichen aus einem einseitig verschlossenen Zirkoniumdioxid-Festelektrolytrohr, dessen Innen- und Außenflächen poröse Edelmetall-schichten als Elektroden tragen.

Unter dem Einfluss einer Gleichspannung an der negativen Außenelektrode wird der gesamte Sauerstoff des Probegases ionisiert. Der negative Sauerstoffionenstrom wird zur positiven Innenelektrode transportiert und zu molekularem Sauerstoff entladen. Der Ionenstrom, der als Stromsignal der Sonde gemessen wird, hängt linear von der Sauer-

stoffkonzentration und der pro Zeiteinheit durch die Zelle geleiteten Probegasmenge ab.

Die Membranpumpe hält mit der kritischen Düse den Probegasdurchsatz konstant. Damit ist die Sauerstoffkonzentration dem Stromsignal der Sonde direkt proportional. Der Proportionalitätsfaktor und der Probegasdurchsatz der kritischen Düse lässt sich durch Kalibrierung mit einem Gas bekannter Sauerstoffkonzentration (vorzugsweise Luft mit 21 Vol.% O<sub>2</sub>) bestimmen.



Die Auswertung des Sondensignals erfolgt mittels modernster Mikroprozessortechnologie im Lambda-Transmitter LT 1. Für die Ausgabe der Messwerte und Betriebszustände stehen eine serielle Schnittstelle, ein Monitorausgang, 0...2,55 VDC = 0...25,5 Vol.-% O<sub>2</sub> bis zu 4 Analogausgänge 0/4...20 mA, 0...10 V und bis zu 7 Digitalausgänge zur Verfügung.

### 3. Technische Daten

#### 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung

- **Geprüfter Messbereich:** 0...21 Vol.% O<sub>2</sub>
- **Verfügbarkeit:** 99,5 %
- **Wartungsintervalle:** 4 Wochen
- **Nenngebrauchsbedingungen** nach DIN IEC 539:  
erfüllt
- **Nachweisgrenze:** 0,01 bis 0,02 Vol.%
- **Umgebungstemperaturbereich:** wurde getestet
- **Temperaturabhängigkeit:** Nullpunkt < 0,2 Vol.%
- **Temperaturabhängigkeit:** Empfindlichkeit < 0,2 Vol.%
- **Einstellzeit:** ( 90 %-Zeit ) 20 sec.
- **zeitliche Änderung:** Nullpunkt < 0,2 Vol.% \*
- **zeitliche Änderung:** Empfindlichkeit < 0,2 Vol.% \*
- **Gerätekennlinie:** < 0,1 Vol.%
- **Beeinflussung des Messsignals durch barometrische Luftdruckschwankungen:** < ± 0,1 % \*
- **Beeinflussung des Messsignals durch Änderung des Probengasdurchflusses:** < ± 0,1 % \*
- **Querempfindlichkeit in Feuerungsgasen:** < 0,2 Vol.% O<sub>2</sub>

#### 3.2 Weitere technische Daten

- **Gehäuse:** Aufbaugehäuse aus Stahlblech, pulverbeschichtet
- Kompaktausführung**
- Schutzart nach DIN 40050 IP 65
- Maße (HxBxT) mm 400 x 450 x 290
- Umgebungstemperatur:  
Betrieb: -10°C...+55°C  
-25°C...+55°C mit Option elektrische Gehäuseheizung
- Transport und Lagerung: -25°C...+60°C

#### Wandaufbaugehäuse

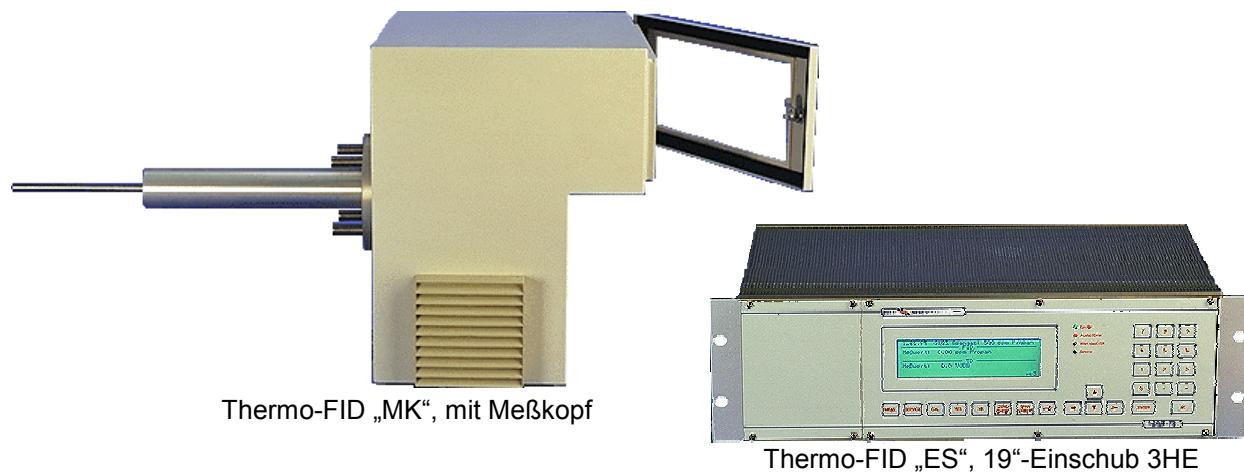
- Schutzart nach DIN 40050 IP 54
- Maße (HxBxT) mm 400 x 450 x 170
- Umgebungstemperatur:  
Betrieb: 0°C...+60°C  
Transport und Lagerung: -25°C...+60°C
- **Netzspannung:** 230 V AC und 115 V AC  
+10 % / -15 %,  
48 Hz...62 Hz
- **Leistungsaufnahme:** 150 bis 310 VA bei maximaler Heizleistung  
zuzüglich:  
max. 190 VA für MEV-Heizung  
max. 80 VA für SEA-Filter Heizung
- **Analogausgänge:** 1...4 Strom-/Spannungs-  
ausgänge  
Gleichstrom 0/4...20mA  
Bürde 0...600 Ω  
Gleichspannung 0...10 V  
Bürde ≥ 10 kΩ  
nicht potentialfrei (Potentialtrennung optional)  
0,05 % vom Messwert,  
nicht besser als 0,1 Vol.% O<sub>2</sub>  
0,1 Vol.% O<sub>2</sub>
- **Bedienelemente:** Multifunktionstaster und Wartungsschalter
- **Kontrollanzeigen:** 2 LED's Betriebsmodus  
7 LED's Service  
2 LED's RS 422  
1 LED Wartung  
Anzeige- und Bedieneinheit mit LCD-Grafikdisplay
- **Kalibrieren:** Automatische Kalibrierung mit Umgebungsluft und Alterungskompensation der Sonde, Anschlussmöglichkeit für tragbare und vollautomatische Kalibrier-einheit



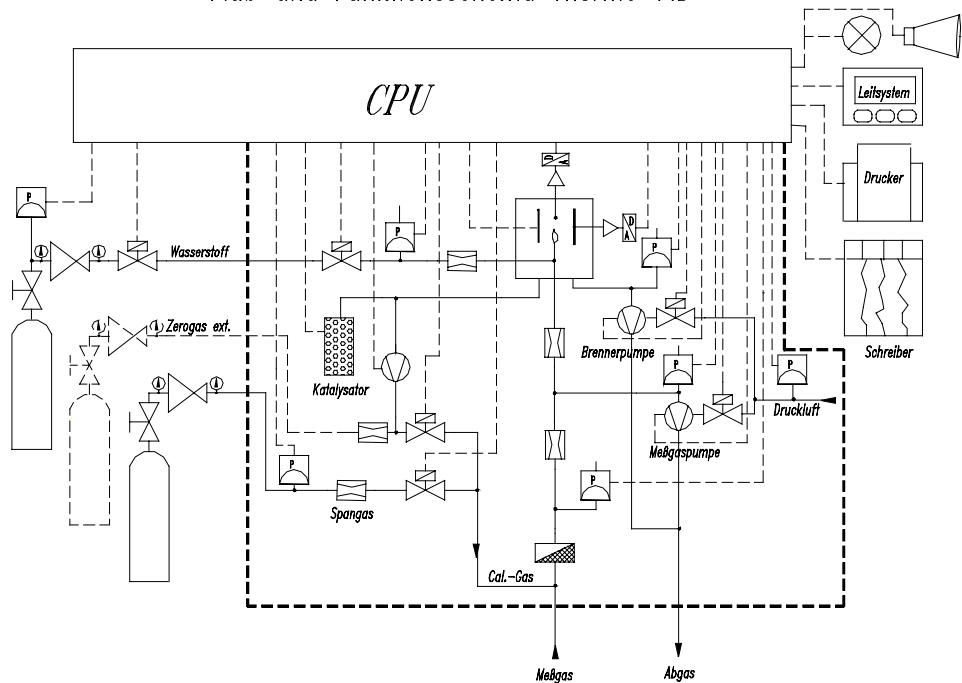
**LAMTEC Mess- und Regeltechnik für Feuerungen GmbH & Co. KG**  
Impexstraße 5  
D-69190 Walldorf  
Telefon (+49) 06227 / 6052-0  
Telefax (+49) 06227 / 6052-57  
Internet: <http://www.lamtec.de>  
e-mail: [info@lamtec.de](mailto:info@lamtec.de)

**LAMTEC Leipzig GmbH & Co. KG**  
Baalsdorfer Straße 55  
D-04299 Leipzig  
Telefon (+49) 0341 / 8653-312  
Telefax (+49) 0341 / 8653-396  
Internet: <http://www.lamtec.de>  
e-mail: [info@lamtec.de](mailto:info@lamtec.de)

D-51377 Leverkusen Hemmelrather Weg 201  
Tel. 0214/87605-0 Fax. 0214/87605-49



## Fluß- und Funktionsschema Thermo-FID



## Gerätevarianten Thermo-FID

Thermo-FID „ES“: 19“-Einschub 3HE  
Thermo-FID „TG“: Tischgerät 3HE/84TE  
Thermo-FID „MK“: Gerät mit Meßkopf  
Thermo-FID „FE“: Feldgerät, baugl. „MK“  
Thermo-FID „PT“: Portable FID

### 1. Anwendungsbereich

TA-Luft, 17. BlmSchV, 13. BlmSch, UEG

### 2. Flammenionisationsdetektor FID

Vollautomatisierte, sich selbst kalibrierende und in Betrieb nehmende wartungsfreie Meßeinheit.  
Ionisation org. gebundener Kohlenwasserstoffatome in reiner HC-freier Wasserstoffflamme.  
Selbstansaugend über beheizte Luftstrahlprojektoren oder einer unbeheizten Membranpumpe hinter dem Brenner. Meßgasdurchflußüberwachung und Druckcompensation des Meßgases von –300hPa bis 1600hPa.

### 3. Technische Daten

#### 3.1 geprüfte Meßbereiche

15mg/m<sup>3</sup> org. C, 30mg/m<sup>3</sup> org. C und 0...100% UEG

#### 3.1.1 Verfügbarkeit

98...99%

#### 3.1.2 Wartungsintervall

Alle vier Wochen optische Kontrolle, Prüfung der Drücke an den Prüfgasflaschen und Wasserstoff, Kontrolle der aktuellen Fehler und Langzeitdrift.

#### 3.1.3 Beeinflussung des Meßsignals durch barometrische Schwankungen

< 0,1%

#### 3.1.4 Beeinflussung durch Änderung des Propandruckes

Von –300hPa bis 1600hPa: keine

#### 3.1.5 Zulässiger Umgebungstemperaturbereich

+5°C...+40°C

#### 3.1.6 Zeitliche Änderung des Nullpunktes

+/- 1% je Woche

#### 3.1.7 Zeitliche Änderung des Endpunktes

+/- 1,7% je Woche

#### 3.1.8 Einstellzeit (90% Zeit)

ca. 12 Sekunden mit einer Probeleitung von 3m, ca. 1...2 Sekunden beim Meßkopf

#### 3.1.9 Querempfindlichkeit

Jeweils für die Stoffe H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> 1000mg/m<sup>3</sup>, NO<sub>2</sub>, CO, NO, HCC, NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub> 5 vol.%, O<sub>2</sub> 10 vol.%, O<sub>2</sub> 15 vol.%, O<sub>2</sub> 21 vol.%:  
Summe der positiven Abweichungen:  
Nullpunkt +0,5%, Endpunkt +1,6%  
Summe der negativen Abweichungen:  
Nullpunkt –0,5%, Endpunkt –3,5%

### 3.2 Weitere Technische Daten

230V~/115V~, 50...60Hz, 250VA  
Meßkopf: 1.350VA  
Einbaulage: unabhängig, jedoch durch die Bedienbarkeit vorgegeben  
Meßsignalausgang: 0/4...20mA, Meßbereiche und Dimensionen frei wählbar  
Meßwertanzeige: Digital im Klartext, mit Dimension und Alarmwert

### 4. Fernwartung

Über Modem und PC mit Software „TFID-Remote“

### 5. Meßwertausgabe

Digital über RS232 auf einem Drucker oder PC mit Software „Getlog“. Ausgegeben werden Meßwert, Alarm, Statussignale, Ausfall, Wartungsbedarf, Service, 1/2h.-Mittelwert, Tages-, Monats-, Jahresmittelwert.

### 6. Datenlogger für Status und Meßwerte

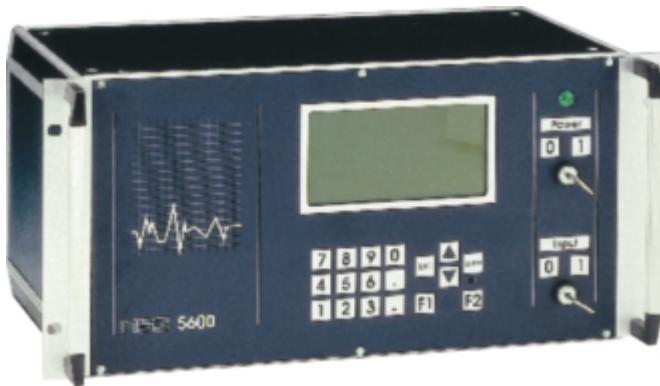
Für max. 250 Seiten DIN-A4

### 7. Zusätzlicher Leistungsausgang

Für eine Meßgassonde mit Regelung über PT100, 230V~/115V~, 50...60Hz, 4A

### 8. Meßstellenumschaltung

Max. 16 Meßstellen, mit Parallelabsaugung und Durchflußüberwachung der einzelnen Meßstellen.



1. Anwendungsbereich
2. Aufbau und Arbeitsweise
3. Technische Daten

### 1. Anwendungsbereich

Der MSI 5600 wurde zur Emissionsüberwachung der Gaskonzentrationen von O<sub>2</sub>, CO und NO entwickelt.

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

Wirtschaftliche Messtechnik erfordert den Einsatz, kostengünstiger Technologien als Basis dienen elektrochemische Sensoren, die preiswert und zugleich zuverlässig sind.

Die Messwerte werden in ppm und mg/m<sup>3</sup> ermittelt, auf O<sub>2</sub>-Bezugswerte umgerechnet und falls gewünscht über frei wählbare Zeiten als Mittelwert bestimmt.

Grenzwerte sind frei programmierbar und werden über Schaltausgänge gemeldet. Digitalschnittstellen und Analogausgänge sind ebenso vorhanden wie eine automatische Kalibrierung des Nullpunktes und die Selbstüberwachung.

Der MSI 5600 kann voll- oder halbautomatisch kalibriert werden. Alle dazu erforderlichen Prüfgase werden dann durch eine kompakte Kalibrierstation bereitgestellt, die direkt in den Messschrank einbaubar ist und alle Ventile,

Armaturen und Anschlüsse für die Prüfgasflaschen enthält.

Je nach Anwendungsfall stehen unterschiedliche Gasaufbereitungen zur Verfügung, die das Gas fördern, filtern und trocknen. Als Geräteeinschub oder für die Wandmontage, mit Kühler oder Permeationstrockner, je nach Aufgabenstellung ist der MSI 5600 universell einsetzbar.

### 3. Technische Daten / Technical Data

Messbereich: O<sub>2</sub>: 0 - 25 Vol %  
CO: 0 - 500 ppm  
NO: 0 - 500 ppm

Auflösung: O<sub>2</sub>: 0,1 Vol %  
CO: 1 ppm  
NO: 1 ppm

Gasfluß: 1,5 l/min

Anzeige: LC-Display beleuchtet 8-zeilig  
max. 16 Werte gleichzeitig

Datenausgänge: 4 \* Analog 4 - 20 mA  
/ Output 3 \* Schaltkontakt (Wechsler) / Relays  
1 \* V 24 / RS 232



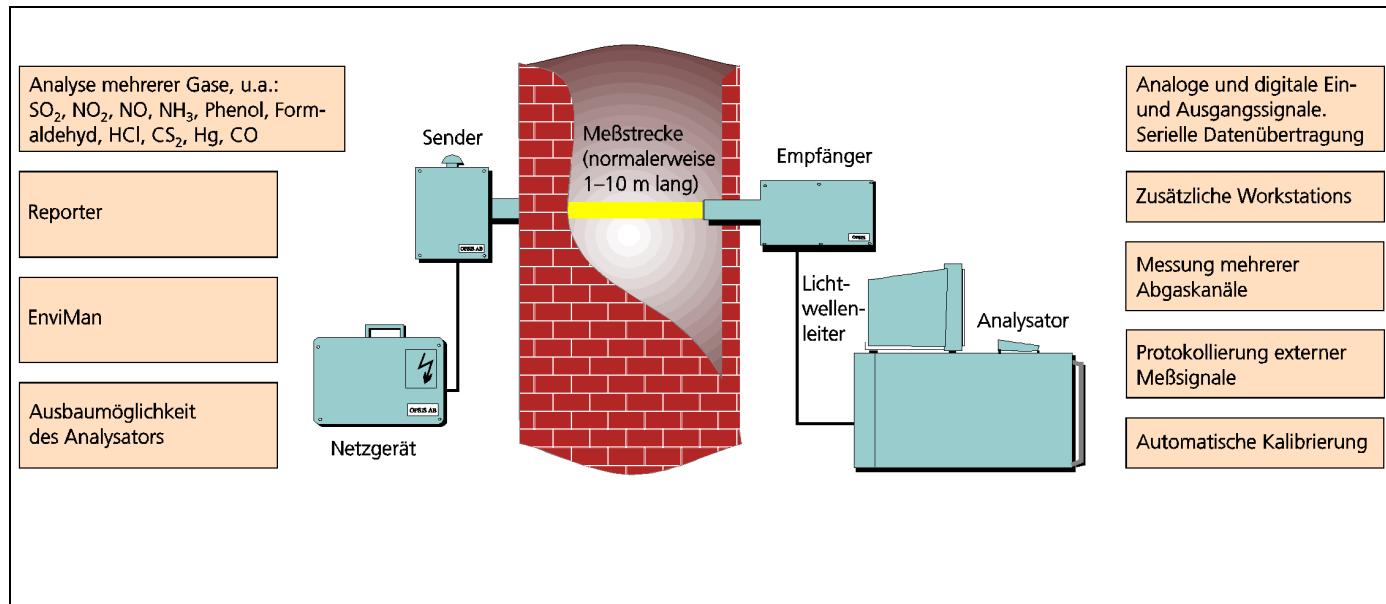


Abbildung der Messeinrichtung

## 1. Anwendungsbereich

Einige Einsatzbeispiele der weltweit installierten Oopsis Emissionsmesssysteme sind:

**Kraftwerke:** Überwachung der durch alle üblichen fossilen Brennstoffe verursachten Emissionen. Mit Messzeiten von nur einigen Sekunden ist das Oopsis-System ideal für Prozess-Applikationen.

**Müllverbrennungsanlagen:** Ein typisches Problem sind die aggressiven Umgebungsbedingungen. Hier ermöglicht die berührungslose Oopsis-Messung eine kontinuierliche Überwachung ohne Beeinträchtigung durch schädliche Einflüsse.

**Zementwerke:** Überwachung von NO<sub>x</sub> und NH<sub>3</sub>.

**Chemieanlagen:** Das Oopsis-System ermöglicht die kontinuierliche Überwachung von Phenol und Formaldehyd bei gleichzeitiger Messung weiterer ausgewählter Gase.

**Aluminiumindustrie:** Das Oopsis-System erlaubt die HF-Überwachung bei gleichzeitiger Messung von SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> und anderen Schadstoffen.

## 2. Aufbau und Arbeitsweise

### 2.1. Gesamtsystem

Bei der Oopsis-Emissions- und Prozessmessung verläuft der Lichtstrahl bzw. die Messstrecke durch das Innere eines Kamins oder Kanals. Innerhalb des Oopsis-Messsystems wird ein Lichtstrahl auf einen Empfänger projiziert und dann durch ein Glasfaserkabel an den Oopsis-Analysator weitergeleitet.

Das Oopsis-System misst die Gaskonzentrationen mit Hilfe der DOAS-Technik (Differentielle Optische Absorptions-Spektroskopie). Die Auswertung geschieht nach dem Lambert-Beer'schen Gesetz. Jedes Gas absorbiert Licht in bekannten Spektralbereichen des Gesamtlicht-Spektrums, in für das jeweilige Gas charakteristischer Weise. Dadurch kann der Analysator die vom Anwender definierten Gase erkennen und messen. Die Ergebnisse können in Echtzeit angezeigt oder zur statistischen Weiterverarbeitung verwendet werden.

## 2.2. Analysator

Der Analysator ist die Zentraleinheit des Opsis-Systems. Er erfüllt die gleichen Grundfunktionen - Erkennung und Messung der Gaskonzentration und Protokollierung der Messdaten - kann aber in seiner Arbeitsweise an die spezifischen Anforderungen des jeweiligen Anwenders angepasst werden.

Insbesondere kann die Anzahl der vom System gemessenen Gase variiert werden. So kann ein einziges System z.B. NO, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, Hg und SO<sub>2</sub> messen. Im Gegensatz zu anderen Systemen ist die Umstellung zur Messung zusätzlicher Gase hier in erster Linie Sache der Software. Es muss in der Regel keine zusätzliche Hardware installiert werden.

- H<sub>2</sub>O

*Eignung:* Für Abgas und Abluft  
TÜV-Bericht Nr. 936/800010/2  
Köln, den 01.03.1993

Stoff	Kleinster Messbereich	TÜV-geprüfter
Phenol	0-20 mg/m <sup>3</sup>	
Formaldehyd	0-20 mg/m <sup>3</sup>	
NO	0-150 mg/m <sup>3</sup>	
NO <sub>2</sub>	0-20 mg/m <sup>3</sup>	
SO <sub>2</sub>	0-80 mg/m <sup>3</sup>	
NH <sub>3</sub>	0-10 mg/m <sup>3</sup>	
Hg	0-150 µg/m <sup>3</sup>	
H <sub>2</sub> O	0-300 g/m <sup>3</sup>	

## 3. Technische Daten

- *Abmessungen (LxBxH):* 600x440x266 mm
- *Gewicht einschl. Gehäuse (ca.):* 50 kg
- *Spannungsversorgung:* 230 V (+6%, -10%) oder 115 V (± 10%) 50/60 Hz
- *Leistungsaufnahme:* 110 W
- *Rechner:* IBM-PC-kompatibel mit VGA-Monitor
- *Festplatte:* min. 120 MB
- *Diskettenlaufwerk:* 3 1/2", 1,44 MB
- *Modem:* Hayes-kompatibel
- *Serielle Schnittstelle:* RS-232C
- *Umgebungstemperatur:* +15°C bis +30°C
- *Schutzart:* IP 20

### 3.1. Daten aus der Eignungsprüfung

- Phenol und Formaldehyd  
*Eignung:* Für Anlagen zur Herstellung von Mineralwolle  
TÜV-Bericht Nr. 936/802011  
Köln, den 06.06.1994
- SO<sub>2</sub>, NO und NO<sub>2</sub>  
*Eignung:* Für Feuerungsanlagen und Abfallverbrennungsanlagen  
TÜV-Bericht Nr. 936/800009  
Köln, den 02.08.1991
- Hg  
*Eignung:* Für Anlagen gemäß 13. und 17. BlmSchV sowie TA-Luft zur Überwachung der Emissionen von metallischem Quecksilber  
TÜV-Bericht Nr. 936/804002/Hg  
Köln, den 06.06.1994
- NH<sub>3</sub>  
*Eignung:* Für Anlagen gemäß 13. und 17. BlmSchV sowie TA-Luft  
TÜV-Bericht Nr. 936/804002/NH<sub>3</sub>  
Köln, den 06.06.1994

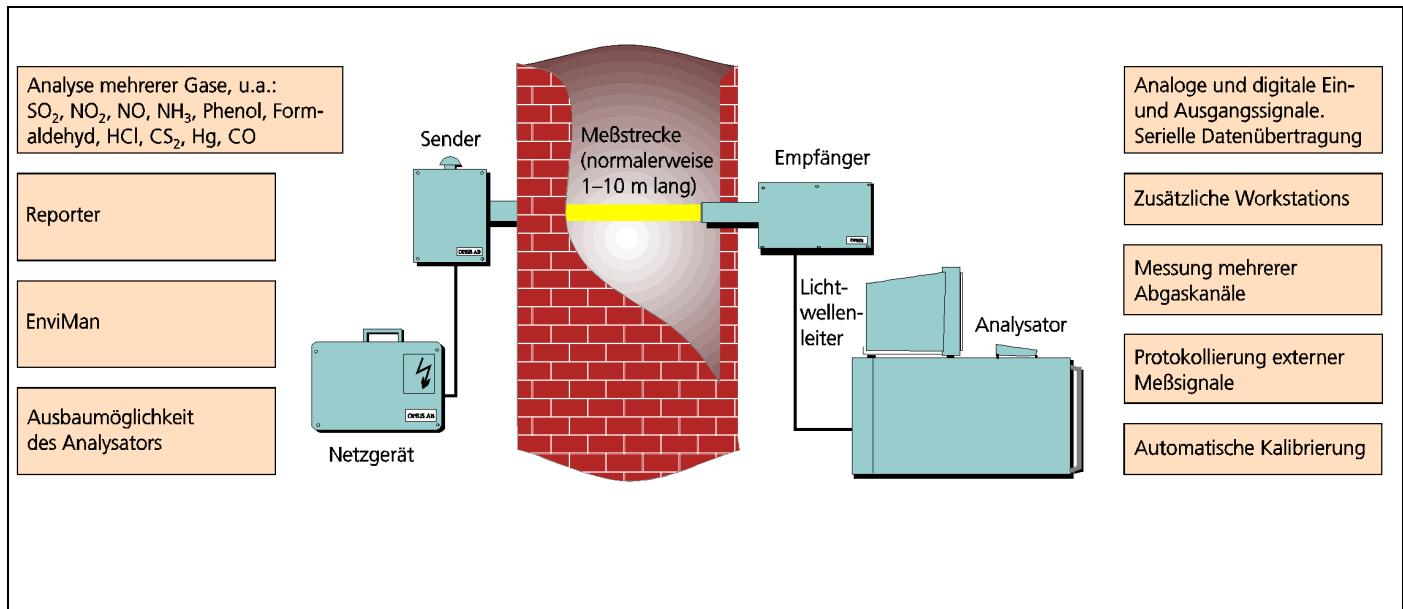


Abbildung der Messeinrichtung

## 1. Anwendungsbereich

Einige Einsatzbeispiele der weltweit installierten Oopsis Emissionsmesssysteme sind:

**Kraftwerke:** Überwachung der durch alle üblichen fossilen Brennstoffe verursachten Emissionen. Mit Messzeiten von nur einigen Sekunden ist das Oopsis-System ideal für Prozess-Applikationen.

**Müllverbrennungsanlagen:** Ein typisches Problem sind die aggressiven Umgebungsbedingungen. Hier ermöglicht die berührungslose Oopsis-Messung eine kontinuierliche Überwachung ohne Beeinträchtigung durch schädliche Einflüsse.

## 2. Aufbau und Arbeitsweise

### 2.1. Gesamtsystem

Bei der Oopsis-Emissions- und Prozessmessung verläuft der Lichtstrahl bzw. die Messstrecke durch das Innere eines Kamins oder Kanals. Innerhalb des Oopsis-Messsystems wird ein Lichtstrahl auf einen Empfänger projiziert und dann durch ein Glasfaserkabel an den Oopsis-Analysator weitergeleitet.

Das Oopsis-System misst die Gas-konzentrationen mit Hilfe der DOAS-Technik (Differentielle Optische Absorptions-Spektroskopie). Die Auswertung geschieht nach dem Lambert-Beer'schen Gesetz.

Jedes Gas absorbiert Licht in bekannten Spektralbereichen des Gesamtlichtspektrums, in für das jeweilige Gas charakteristischer Weise. Dadurch kann der Analysator die vom Anwender definierten Gase erkennen und messen. Die Ergebnisse können in Echtzeit angezeigt oder zur statistischen Weiterverarbeitung verwendet werden.

### 2.2. Analysator

Der Analysator ist die Zentraleinheit des Oopsis-Systems. Er erfüllt die gleichen Grundfunktionen - Erkennung und Messung der Gaskonzentration und Protokollierung der Messdaten - kann aber in seiner Arbeitsweise an die spezifischen Anforderungen des jeweiligen Anwenders angepasst werden.

Insbesondere kann die Anzahl der vom System gemessenen Gase variiert werden. So kann ein einziges System z.B. NH<sub>3</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O und HCl messen. Im Gegensatz zu anderen Systemen ist die Umstellung zur Messung zusätzlicher Gase hier in erster Linie Sache der Software. Es muss in der Regel keine zusätzliche Hardware installiert werden.

### 3. Technische Daten

#### 3.1. Technische Daten (Standard)

- *Abmessungen (LxBxH):* 600x440x266 mm
- *Gewicht einschl. Gehäuse (ca.):* 50 kg
- *Spannungsversorgung:* 230 V (+6%, -10%) oder 115 V ( $\pm$  10%) 50/60 Hz
- *Leistungsaufnahme:* 110 W
- *Rechner:* IBM-PC-kompatibel mit VGA-Monitor
- *Festplatte:* min. 120 MB
- *Diskettenlaufwerk:* 3 1/2", 1,44 MB
- *Modem:* Hayes-kompatibel
- *Serielle Schnittstelle:* RS-232C
- *Umgebungstemperatur:* +15°C bis +30°C
- *Schutzart:* IP 20

#### 3.2. Daten aus der Eignungsprüfung

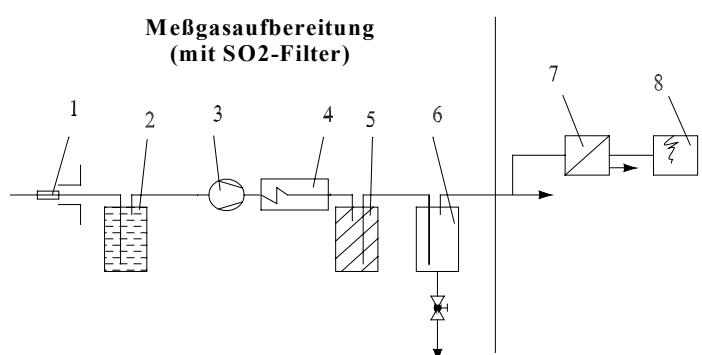
Stoff	Kleinster TÜV-geprüfter Messbereich
HCl	0-15 mg/m <sup>3</sup>
CO	0-75 mg/m <sup>3</sup>
H <sub>2</sub> O	0-300 mg/m <sup>3</sup>

*Eignung:* Für Anlagen gemäß 13. Und 17. BImSchV sowie TA-Luft

TÜV-Bericht Nr. 936/804001  
Köln, den 25.04.1996

# NO<sub>x</sub>-Monitor 4000 S

## für die zuverlässige Rauch- und Schadgasanalyse



### 1. Anwendungsbereich

Eignung für die kontinuierliche NO-Konzentrationsbestimmung in Rauchgasen von Kohle-, Öl- und Gasfeuerungsanlagen.

Die Meßeinrichtung ist vom Rheinisch-Westfälischen Technischen Überwachungsverein e.V. eignungs-geprüft. (Bericht-Nr. IV.2.2/1152/86-3371 95/00 vom 4. August 1988 und 3. Oktober 1988).

Weitere Anwendungsmöglichkeiten: Müllverbrennungsanlagen und Abgase von Kraftfahrzeugen.

**PRONOVA**  
-Analysentechnik GmbH & Co. KG-

Groninger Straße 25  
13347 Berlin  
Telefon: +49 (0)30/455085-22  
Telefax: +49 (0)30/455085-90  
e-mail:pronova.de@berlin.safu.de

## 2. Aufbau und Arbeitsweise

### 2.1 Gesamtsystem

Die Emissions-Meßeinrichtung besteht aus dem zugelassenen NO-Analysegerät NO<sub>x</sub>-Monitor 4000 S der Proben-gasaufbereitung und einer Entnahmesonde.

Im Lieferprogramm von Pronova sind enthalten:

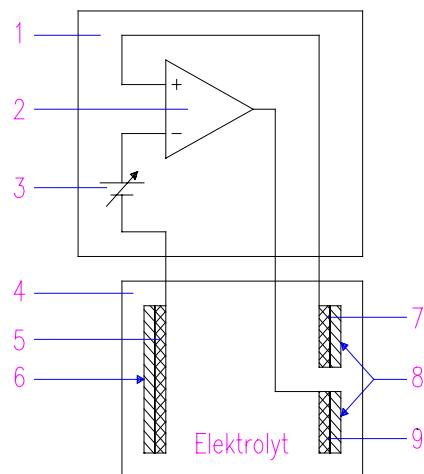
- Probengasaufbereitung PRONOVA Flue Gas Processsing mit Wasservorlage, Wärmetauscher, SO<sub>2</sub>- Filter, Pumpe und Kondensatgefäß mit Füllstands-Kontrolle und Ablaßhahn.
- NO<sub>x</sub>-Analysator 4000 S mit Wärmetauscher, Wasservorlage, Pumpe, Feinfilter und Durchflußeinstellung mit Anzeige.

Alle Teile der Gasführung sind aus PTFE- Material, FPM oder PC, um Korrosionsschäden zu vermeiden.

### 2.2 Analysator

Der PRONOVA NO<sub>x</sub>-Monitor 4000 S arbeitet mit einer elektrochemischen Zelle. Diese enthält drei hydrophobe Gasdiffusionselektroden: Meß-, Gegen- und Bezugs-elektrode. Als Elektrolyt wird Schwefelsäure eingesetzt.

Von einem Potentiostaten wird zwischen der Meß- und der Gegenelektrode eine Spannung angelegt, die ständig so eingeregelt wird, daß das Potential der Meßelektrode gegenüber dem der Bezugselektrode konstant bleibt. An der Meßelektrode findet die Oxidation des Stickstoffmonoxids unter Wasserzerersetzung statt. An der Gegenelektrode wird durch Sauerstoffreduktion Wasser erzeugt. Bei der Oxidation des Stickstoffmonoxids werden Elektronen freigesetzt. Der daraus resultierende Strom hängt von der Stickstoffmonoxidkonzentration ab und ergibt nach Nullpunktunterdrückung das Meßsignal.



- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| 1. Potentiostat        | 6. Meßgas/Kalibriergas |
| 2. Differenzverstärker | 7. Bezugselektrode     |
| 3. Referenzspannung    | 8. Klimaluft           |
| 4. Dreielektrodenzelle | 9. Gegen-Elektrode     |
| 5. Meßelektrode        |                        |

## 3. Technische Daten

### 3.1 Daten aus Eingangsprüfung

Bezugsgröße:	Meßbereichsendwert (MBE)
geprüfter Meßbereich	0-670 mg/m <sup>3</sup> **
Verfügbarkeit	> 95 %
Wartungsintervall	7 Tage
Reproduzierbarkeit	58-101
Beeinflussung des Meßsignals	
- durch barometrische Luftdruckschwankungen	0,3%*/ hPa bei ± 15 hPa Änderung
- durch Änderung des Probegasdurchflusses	0,3%*/ 1/h
Nachweisgrenze	1,6% v. MBE
Zulässiger Umgebungs-temperaturbereich	+5 bis +45°C
Temperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit	< 2% vom Prüfgassollwert /10K
Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes	nicht meßbar
Summenquerempfindlichkeit	max. 1,9% v. MBE
Querempfindlichkeit gegenüber einem Prüfgasgemisch mit	
CO <sub>2</sub> 5 Vol.-%	< 150 s
CO 1 Vol.-%	< 2% v. MBE/
SO <sub>2</sub> 2,02 g/m <sup>3</sup>	Wartungsintervall
NO <sub>2</sub> 50 Vol.-ppm	< 4% v. MBE/
Einstellzeit (90 %-Zeit)	Wartungsintervall
Zeitliche Änderung des Nullpunktes	
Zeitliche Änderung der Empfindlichkeit	

### 3.2 Weitere Technische Daten

Weitere Meßbereiche	0-1340 mg/m <sup>3</sup> ** 0-2680 mg/m <sup>3</sup> ** 0-8040 mg/m <sup>3</sup> **
Meßwertausgang	0/4-20 mA; max.500 Ohm 0/2-10 V; max.1000 Ohm
Meßwertanzeige	LCD (4-stellig) in Vol.-ppm linear
Meßwertkennlinie	22-28 l/h
Meßgasdurchfluß	≤ 10 min
Einstellzeit	≤ 10 min
Einstellzeit-Anlage	entfällt
Gaskühlertaupunkt	
zul. Umgebungstemperatur	
Meßgasaufbereitung	+5 bis + 45°C
Hilfsenergie	230 V± 15%, 50 Hz
Hilfsenergieverbrauch	
Meßgerät	130 VA
Meßgasaufbereitung	130 VA
Schutzart/ Gewicht (DIN 40050)	
Meßgerät	IP 20; 6,0 kg
Meßgasaufbereitung	IP 20; 11,5 kg

\* vom Meßwert

\*\* bezogen auf Normzustand, trocken



# Emissions-Meßeinrichtung

## RS 55-T

### für Gesamtkohlenstoff



## 1. Anwendungsbereich

- Emissionsmessungen nach TA-Luft (TÜV-Prüfnummer: 155370 vom 02.03.1994)
- Immissionsmessungen
- Arbeitsplatzanalytik (MAK)
- Störfallerkennung (Leckage-/Geländeüberwachung)
- Qualitätssicherung bei der Gasherstellung
- Motorenprüfstände
- Entwicklung und Optimierung verfahrenstechnischer Anlagen

- Meßprinzip FID
- Kontinuierliche Messung von gasförmigen Medien
- Beheizter Gesamt-Kohlenwasserstoff-Analysator
- Fünf Meßbereiche
- Automatische/Manuelle Meßbereichswahl
- Integrierte Brennluft- und Nullgasauflbereitung
- Automatische Wasserstoff-Abschaltung
- Autostart-Funktion
- Automatische Kalibrierung
- Funktionsüberwachung
- Übersichtliches Digitaldisplay
- Ergonomisch gestaltete Folientastatur
- Integriertes Probenfilter
- Einfache Bedienung
- Minimaler Kalibrieraufwand
- Optimiert für Dauerbetrieb
- Robuster und funktioneller Aufbau

## 2. Aufbau und Arbeitsweise

Werden einer reinen Wasserstoff-Flamme Kohlenwasserstoffe zugeführt, so erhöht sich durch Chemionisation der Anteil der in der Flamme entstehenden Ionen. Durch Anlegen eines elektrischen Feldes an die Flamme entsteht ein Ionenstrom. Dieser Ionenstrom ist der Zahl der pro Zeiteinheit zugeführten Kohlenwasserstoffmoleküle proportional.

### 3. Technische Daten

#### 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung

- Bezugsgröße Meßbereichsendwert (MBE)
- Geprüfter Meßbereich 0 - 15 mgC/m<sup>3</sup>
- Andere Meßbereiche 0-10 ppm Propan  
0-100 ppm Propan  
0-1.000 ppm Propan  
0-10.000 ppm Propan  
0-100.000 ppm Propan  
 bis zu 5 Dekaden mit Skalierungen in mgC/m<sup>3</sup> oder %-UEG
- Linearitätsabweichung  $\leq 1,6\%$  vom MBE
- Nachweisgrenze  $\leq 0,52\%$  bez. MBE
- Nullpunkt drift (temperaturabhängig)  $\leq \pm 1,8\%$  bez. MBE/10 Kelvin (5 °C - 35 °C)
- Empfindlichkeitsdrift (temperaturabhängig)  $\leq \pm 1,9\%$  bez. Sollwert/10 Kelvin (5 °C - 35 °C)
- Nullpunkt drift (zeitabhängig)  $\leq \pm 0,8\%$  bez. MBE/Woche
- Empfindlichkeitsdrift (zeitabhängig)  $\leq \pm 2,5\%$  bez. Sollwert/Woche
- Einstellzeit (T<sub>90</sub>) ohne Meßgasleitung ca. 2,5 Sekunden
- Summe der Querempfindlichkeiten  $\leq \pm 4\%$  bez. MBE
- Relative Standardabweichung der Responsefaktoren  $\leq 15\%$
- Verfügbarkeit 99,1 %
- Reproduzierbarkeit > 30
- Kalibrierintervall bis zu 4 Wochen
- Probengasentnahme ca. 220 l/h
- Zulässiger Umgebungstemperaturbereich +5 °C bis +35 °C
- Einstellbare Analysenraumtemperatur 100 °C bis 200 °C
- Meßbereichsumschaltung Automatisch oder Manuell
- Meßwertausgang 0/4-20 mA, 0-10 V  
 0/4-20 mA, galvanisch getrennt
- Meßbereichserkennung 0-10 V voreingestellt in 5 Stufen  
 0/4-20 mA, galvanisch getrennt  
 Relaiskontakte
- Alarmfunktionen (Relaiskontakte) Sammelalarm  
 Flammenkontrolle  
 Temperatur Analysator  
 Temperatur Meßgasleitung  
 Brennluftdruck  
 Brenngasdruck

- Probendruck
- Konzentrations-Voralarm (gespeichert)
- Konzentrations-Voralarm
- Konzentrations-Hauptalarm (gespeichert)
- Konzentrations-Hauptalarm
- Fehler Nullpunktabgleich
- Fehler Empfindlichkeitsabgleich
- Statusfunktion (Relaiskontakte)
  - Nullgas
  - Kalibriergas
  - Kalibriermodus
  - Rückspülung
  - Meßbereich
  - Netz

#### 3.2 Weitere technische Daten

- Display
 

Meßwertanzeige	Digitalanzeige 5 ½ Digit (Auflösung: 3 ½ Digit)
Parameteranzeige	Digitalanzeige 3 Digit
Statusanzeige	Leuchtschrift
- Brenngas Wasserstoff (Reinheit 99,999 %) (Verbrauch: ca. 0,9 l/h bei 200 °C Analysentemperatur)  
 Gemisch Wasserstoff (40 Vol.-%)/Helium(60 Vol.-%) (Verbrauch: ca. 3 l/h bei 200 °C Analysentemperatur)
- Brennluft Synthetische Luft („Kohlenwasserstoff-frei“) (Verbrauch: ca. 10 l/h bei 200 °C Analysentemperatur)  
 Option: Interne Brennluftversorgung
- Nullgas Synthetische Luft („Kohlenwasserstoff-frei“) \*\*  
 Stickstoff \*\*
- Kalibriergas (Standard) Propan in synthetischer Luft \*\*
- Leistungsaufnahme ca. 600 VA (ohne beheizte Meßgasleitung)
- Netzanschluß 230 V / 50 Hz
- Abmessungen Höhe x Breite x Tiefe : 267 mm x 19" x 500 mm
- Gewicht ca. 26,5 kg
- Weitere Optionen:
  - Automatische Kalibrierung (Intervall einstellbar 1 - 99 Stunden)
  - Temperaturregelung (bis 200 °C) für beheizte Meßgasleitung bis zu 30 m Länge

\*  Option

\*\* Verbrauch pro Kalibrierzyklus (ca. 2 min): ca. 8 l bei 200 °C Analysentemperatur

**Ratfisch Analysensysteme GmbH**

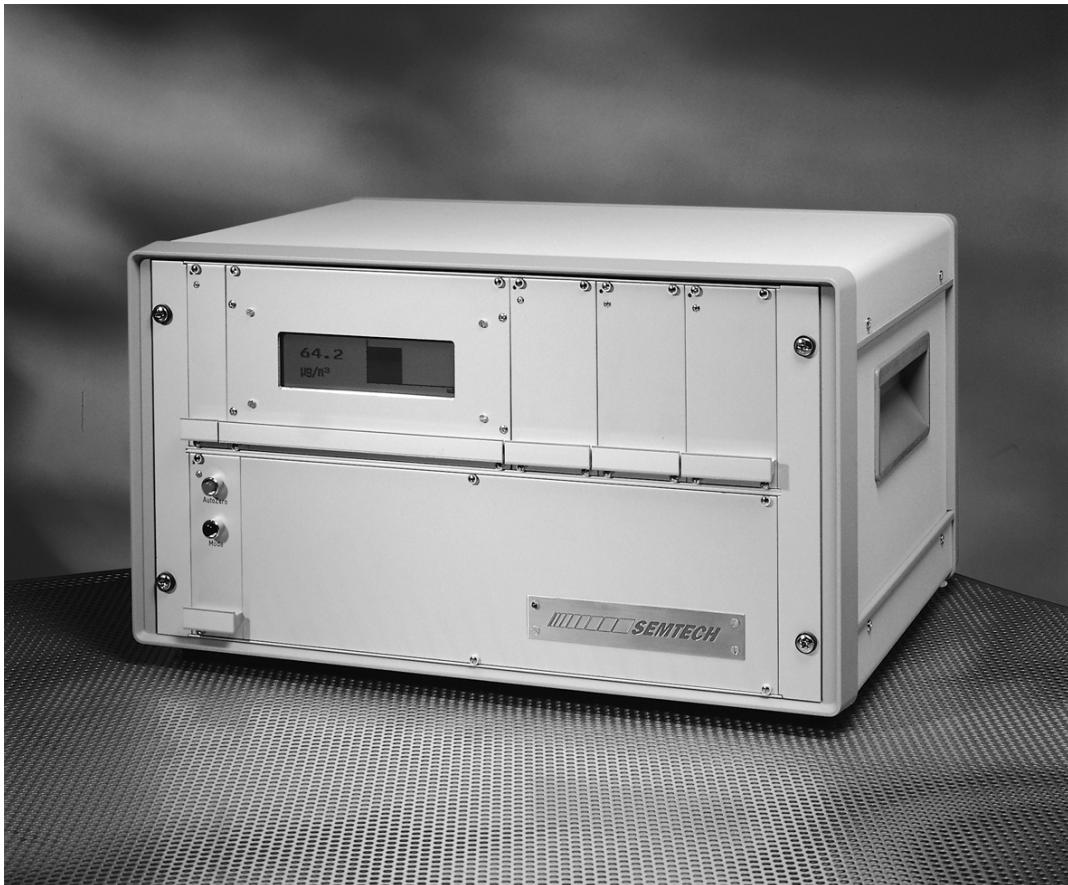
Gruber Str. 46 a

85586 Poing

Tel.: 08121/82081 Fax: 08121/82085

eMail: [Ratfisch@compuserve.com](mailto:Ratfisch@compuserve.com)

Homepage: [www.ratfisch.de](http://www.ratfisch.de)



#### **Verwendungsbereich**

Abfallverbrennung  
Energieproduktion  
Metallurgische Prozesse  
Schwefelsäureproduktion

#### **Messprinzip**

*Analysator:* Differentielle, optische Absorption für selektive Messung von elementarem Quecksilber

*Reduktionseinheit:* Kontinuierliche Reduktion von Quecksilberverbindungen zu elementarem Quecksilber mittels Zinnchloridlösung

#### **TÜV Testergebnisse**

<i>Messbereich:</i>	0-150 µg/m <sup>3</sup>
<i>Verfügbarkeit:</i>	95%
<i>Wartungsintervall:</i>	1 Woche
<i>Nachweisgrenze:</i>	3 µg/m <sup>3</sup>

*Reproduzierbarkeit:* 20

*Einfluss von Luftdruck-, Durchfluss-, Temperatur- und Begleitstoffänderungen innerhalb der Mindestanforderungen*

#### **Optionen**

Gaszellen für Messbereiche 0.3 µg - 20 mg/m<sup>3</sup>  
Integrationszeiten 1, 10, 60 or 600s  
Anschluss von vielen Probennahmeköpfen  
Reduktionseinheit für Quecksilbermessung in Schwefelsäure

#### **Technische Kenndaten**

Geräteschrank, klimatisiert und isoliert  
*Abmessungen:* B800 x H2050 x T500mm  
*Gewicht:* 220kg  
*Anschlussleistung:* 240VAC, 0.75kW



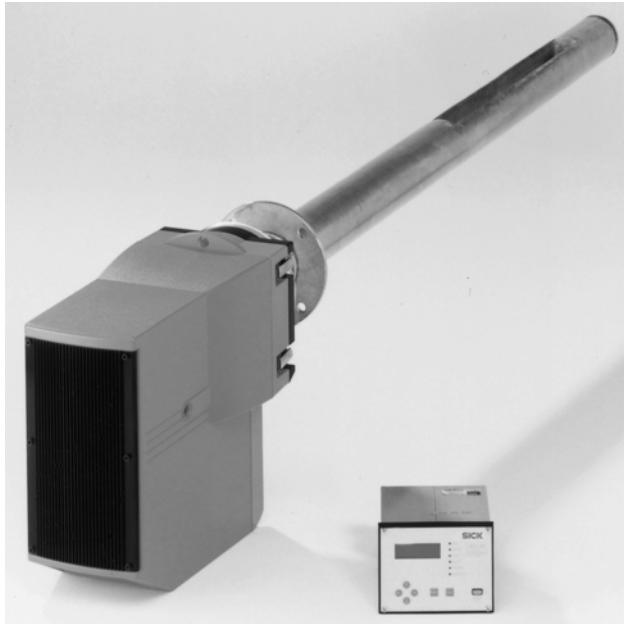


Abb. 1: GM 31 mit Meßlanze

### 1. Anwendungsbereich

Die Mehrkomponenten-Meßgeräte der Serie GM 31 sind kontinuierlich arbeitende Meßeinrichtungen zur Bestimmung des Massengehaltes an  $\text{SO}_2$  und  $\text{NO}$ , sowie optional an  $\text{NH}_3$  oder  $\text{NO}_2$  in emittierten Abgasen. Sie werden eingesetzt zur Prozesskontrolle und -optimierung in:

- Kraftwerken
- Müllverbrennungsanlagen
- Zementwerken
- Petrochemischen Anlagen
- Papierwerken
- Pharma-, Glas- und Kunststoffindustrie

Eignungsgeprüft durch RWTÜV Anlagentechnik GmbH (Bericht Nr. 352/0154/96 - 61 75 26 / 01)

Das Gerät entspricht der 13./17.BImSchV und der TA-Luft.

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

Das GM 31 ist in 7 Konfigurationen lieferbar :

- GM 31-1 nur  $\text{SO}_2$
- GM 31-2  $\text{SO}_2$  und  $\text{NO}$
- GM 31-3  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}$  und  $\text{NO}_2$
- GM 31-4  $\text{NO}$
- GM 31-5  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}$  und  $\text{NH}_3$
- GM 31-6  $\text{SO}_2$  und  $\text{NO}$  (entspricht US EPA)
- GM 31-7  $\text{NO}$  und  $\text{NO}_2$

Der Standardlieferumfang besteht aus:

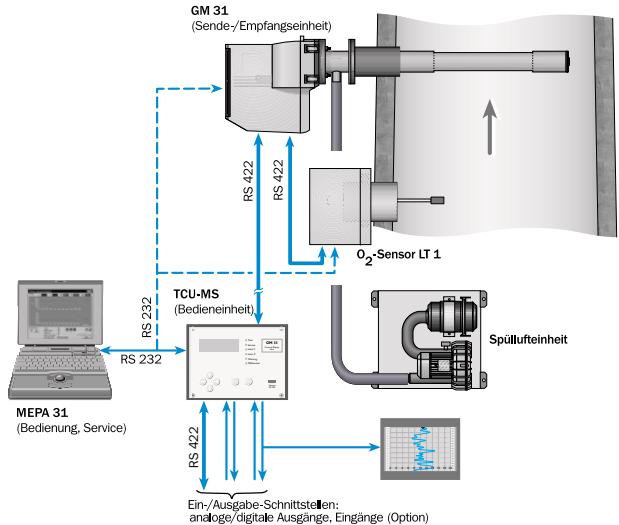


Abb. 2: Montageschema GM 31-System

- Sende-/Empfangseinheit
- Meßlanze mit Tripelreflektor
- Montageflansch mit SpülLuftvorsatz
- Bedieneinheit TCU
- SpülLufteinheit
- Service-Programm MEPA-GM 31

Das von der Sende-/Empfangseinheit ausgestrahlte Meßlicht wird am Lanzenende am dortigen Reflektor mit Blende im gleichen Winkel zur S/E-Einheit zurück reflektiert. Nach optischer Aufbereitung wird das Meßlicht einer Diodenzeile zugeführt. Die optische Aufbereitung umfaßt Umlenk- und Teilerspiegel, sowie eine Polychromator-Baugruppe mit Spaltblende und ein optisches Gitter, das den Lichtstrahl spektral zerlegt. Die als Detektor fungierende Diodenzeile, enthält 256 Photodioden. Jede dieser Photodioden mißt aus dem Spektralbereich einen Ausschnitt von ca. 30 nm. Für die Gaskomponenten  $\text{SO}_2$  und  $\text{NO}$  wird zur Auswertung der Spektralbereich von 219 nm bis 233 nm genutzt. Abhängig von zusätzlich zu messenden Komponenten wird der Spektralbereich bis 203 nm für  $\text{NH}_3$  bzw. bis 249 nm für  $\text{NO}_2$  ausgedehnt.

Die Absorptionskennlinie von  $\text{SO}_2$  wird aufgrund ihrer Charakteristik als Basismessung herangezogen. Die anderen Gase ( $\text{NO}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ) mißt die Meßeinrichtung GM 31 relativ zu  $\text{SO}_2$  anhand der für das jeweilige Gas charakteristischen Wellenlängenbereichen, die die anderen Gase ausschließen. Die gemessenen Werte werden zusammen mit der Abgastemperatur über eine interne Kalibrierfunktion in die aktuell vorliegenden Konzentrationswerte umgerechnet. Optimierte Auswerte-algorithmen sorgen für Meßwerte weitgehend frei von Querempfindlichkeit gegenüber anderen Gasen.

### 3. Technische Daten

#### 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung (GM 31-2)

Meßstrecke (Meßlanzen)	800 mm, 300 mm und 500 mm	
Verfügbarkeit	> 96%	
Wartungsintervalle	4 Wochen	
Reproduzierbarkeit	Müllverbrennung > 50 ; Großfeueranlage > 86	
Nachweisgrenze	SO <sub>2</sub> : 0,06 mg/m <sup>3</sup> NO: 0,09 mg/m <sup>3</sup>	
Zulässiger Umgebungstemperaturbereich	-20 bis +55 °C	
Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes	1,6 %, bez. auf den Meßbereichsendwert	
Zeitliche Änderung des Nullpunkts	Nicht nachweisbar	
Zeitliche Änderung der Empfindlichkeit	Nicht nachweisbar	
Einstellzeit (90%-Zeit)	< 18 s	
Abgastemperatur	Max. 400 °C	
Querempfindlichkeit gegenüber Prüfgasmisch mit:	Bei NO	Bei SO <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub> (15 Vol.%)	0%	0%
CO (300 mg/m <sup>3</sup> )	0%	0%
NO <sub>2</sub> (300 mg/m <sup>3</sup> )	0,8%	0%
HCl (50 mg/m <sup>3</sup> )	0%	0,5%
SO <sub>2</sub> (200/1.000 mg/m <sup>3</sup> )	0% / 0,6%	
N <sub>2</sub> O (20 mg/m <sup>3</sup> )	0%	0%
CH <sub>4</sub> (20 mg/m <sup>3</sup> )	0%	0%
NH <sub>3</sub> (50 mg/m <sup>3</sup> )	0%	0%
H <sub>2</sub> O (ca. 30 Vol.%)	0,2%	1,6%
Sendelampe	Deuterium	
Spannungsversorgung	100-130 V / 210-250 V; 50 / 60 Hz	
Analogausgänge	2; 0/2/4-20 mA; Bürde max. 750 Ohm	
Schnittstellen an Sende-/Empfangseinheit	RS 232-Service-Schnittstelle für MEPA 2 x RS 422 (Bedieneinheit und evtl. O <sub>2</sub> -Sensor)	
Schnittstellen an Bedieneinheit:	RS 232-Service-Schnittstelle für PC mit MEPA TCU 2 x RS 422 (S/E-Einheit und Host-PC)	
Schutzart	IP 65	

**SICK**

Hersteller: SICK AG • Geschäftsbereich Umweltmeßtechnik • [www.sick.de](http://www.sick.de)  
Nimburgerstr. 11 • D-79276 Reute • Telefon: (0 76 41) 46 9-0 • Fax: (0 76 41) 46 9-11 49



Abb. 1: OMD 41

## 1. Anwendungsbereich

Das OMD 41 ist, durch seine robuste Bauweise, für den rauen Industrieinsatz ausgelegt. Es erfaßt, über mehrere Meßbereiche, hohe wie mittlere Staubbela- dungen. Es ist eignungsgeprüft gemäß TA-Luft, 13 BlmSchV. und erfüllt die U.S.EPA Vorschriften. Eignungsprüfung durch den Rheinisch-Westfälischen TÜV Essen (Bericht Nr. 352/0855/93 – 578939/01 vom 24.07.95.

## 2. Anwendungen:

- Asphaltmischanlagen
- Zementherstellung
- Überwachung/Regelung von Elektrofiltern
- Kraftwerke
- Stahlwerke
- Glasindustrie
- Überwachung der nach Filtern angeordneten technischen Einrichtungen.

## 2. Aufbau und Arbeitsweise

### 2.1 Systemaufbau

Das in-situ Meßgerät OMD 41 besteht aus:

- Sende/Empfangseinheit
- Reflektoreinheit
- Anschlußeinheit
- Spülleinheit

Die Sende-/Empfangseinheit und die Reflektoreinheit werden einander gegenüberliegend am Meßkanal an-

## Staubkonzentrations- Meßgerät OMD 41

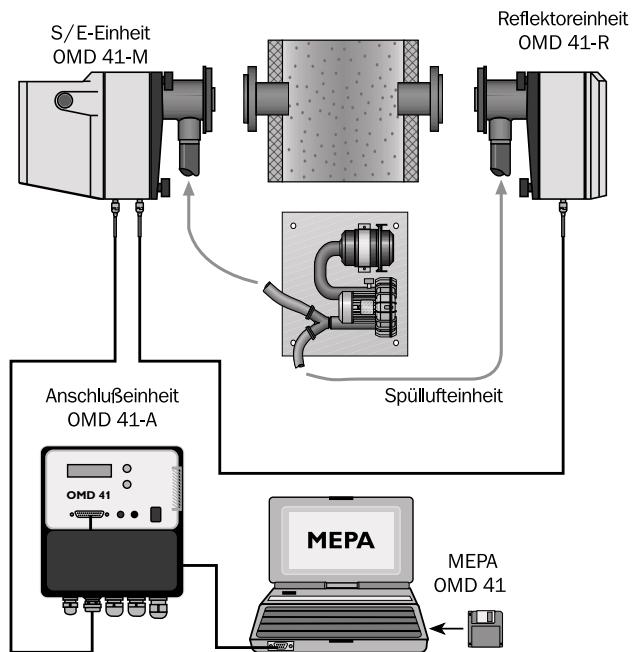


Abb. 2: Description

einen Flansch mit Rohr montiert. Die Anschlußeinheit ist in einer Entfernung von max. 2 m neben der S/E-Einheit anzubringen. Die Anschlußeinheit enthält ein Display zur Meßwertanzeige und Funktionskontrolle, 2 Bedienelemente und die Anschlüsse für Analog- und Binärsignale. Als Lichtsender dient eine gepulste LED, die eine lange Lebensdauer garantiert. Um die optischen Grenzflächen vor einer Verschmutzung und vor hoher Abgastemperatur zu schützen, werden sowohl die S/E- als auch die Reflektoreinheit mit Spül Luft versorgt. Im Gerät integriert ist – neben einem automatischen Kontrollzyklus – eine Linearitätsprüfung. Die optischen Grenzflächen werden bei der Sende-/Empfangseinheit und der Reflektoreinheit auf Verschmutzung geprüft.

### 2.2 Meßprinzip

Das OMD 41 basiert auf einem präzisen Optiksystem, das nach dem Transmissiometerverfahren arbeitet. Vom Sender aus durchläuft ein gebündelter Lichtstrahl das partikelbeladene Gas in der Meßstrecke, trifft auf den Reflektor und wird wieder zum Empfänger zurückgelenkt. Dabei wird es durch die im Gas befindlichen Partikel abgeschwächt. Der Empfänger vergleicht das gemessene Licht mit dem ausgesendeten Referenzlicht und bestimmt so die Transmission bzw. die Opazität. Daraus wird die Extinktion als lineares Maß für die Staubkonzentration berechnet. Nach einer gravimetrischen Vergleichsmessung kann dann der Bezug zwischen der Konzentration in mg/m<sub>3</sub> und dem Stromausgang bestimmt werden.

### 3.Technische Daten

#### 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung

Verfügbarkeit:	3. 99,8% bzw 95,7%	
Wartungsintervall:	4. > 4 Wochen	
Nachweisgrenze: (MB0-0,1Ex)	Transmission 0,51% Extinktion 0,002 5. Staub 1,2 mg/m <sup>3</sup> (MBE 25mg/m <sup>3</sup> )	
Zeitliche Änderung des Nullpunktes:	6. < 1,0%	
Zeitliche Änderung der Referenzpunktanzeige:	7. < 1,3%	
Störeinfluß durch Auswandern des Lichtstrahls:	8. < 2% im Winkelbereich von +/-0,3°	
	<b>9. OMD41- 02</b>	<b>10. OMD41-03</b>
• Transmission	100-0 bis 50 %; ± 2 %	0 -100% bis 50 %; ± 2 %
• Opazität	100 - 0 bis 80 %; ± 2 %	0 -100 bis 20 %; ± 2%
• Extinktion	0-2 bis 0,3; ±2%	0-2 bis 0,1; ±2%
Meßstrecke	0,5–2 m; 2–6 m; 6–10 m ; 10–15 m	
Analogausgang galv. getrennt	0, 2,4-20 mA; Bürde einschl. Leitungswiderstand max. 750 Q 1: Meßwerte Transmission, Opazität oder Extinktion 2: Kalibrierte Staubkonzentration	
Relaisausgänge potentialfrei	4 Relaiseingänge: max. 48 V, 1 A Störung; (Wartung/Zyklus, Grenzwert 1 u. 2)	
Binäreingänge galv. getrennt	4 Binäreingänge: min. 10V, max. 25 VAC; min. 10, max, 35 V DC IN1: Kontrollzyklus triggern/unterdrücken IN2, IN4: Reserve IN3: SpülLuftüberwachung bzw. SSK	
Schnittstellen	RS 232 Service-Schnittstelle RS 422-Hostrechner-Schnittstelle	
Ansprechzeit	1 -360 s; in Schritten von 1 s frei wählbar	
Fremdlichteinfluß	nein (Grundlichtunterdrückung 2000 lux aus 3°)	
Umgebungs-temperatur	-20 °C bis +55 °C	
Rauchgastemperatur	max. 600 °C	
Versorgungsspannung	90-264 V AC; 48 bis 62 Hz; Option: 24 V DC	
Schutzart	IP65	

**SICK**

## Staubgehaltsüberwachung- Meßgerät RM 210



Abb. 1: RM 210

### 1. Anwendungsbereich

Das RM 210 ist, durch seine robuste Bauweise, für den rauen Industrie Einsatz ausgelegt. Es erfaßt, über mehrere Meßbereiche, mittlere wie niedrige Staubbeladungen. Durch variable Eindringtiefen eignet sich das RM 210 für Gaskanäle mit großem Durchmesser und für dickwandige Kamine.

### 2. Anwendungen:

- im Reingas hinter modernen Elektro- und Tuchfiltern
- zur Überwachung von Abluft und Frischluftanlagen
- zum Schutz von Gasturbinen
- Energieversorgung: Kraftwerke
- Entsorgung: Müllverbrennungsanlagen
- Verfahrenstechnik: Mahl- und Dosieranlagen
- Metallverarbeitung: Stahl-, Aluminiumverarbeitung
- Nahrungsmittel- und Futterindustrie: Schüttgüterabfüllung
- Bremsbeläge- und Eternitherstellung

Das RM 210 ist eignungsgeprüft gemäß TA-Luft, 13. BImSchV. und 17.BimSchV. Eignungsprüfung durch den Rheinisch-Westfälischen TÜV Essen (Bericht Nr. 352/0855/93 – 583207/01 vom 14.09.95.

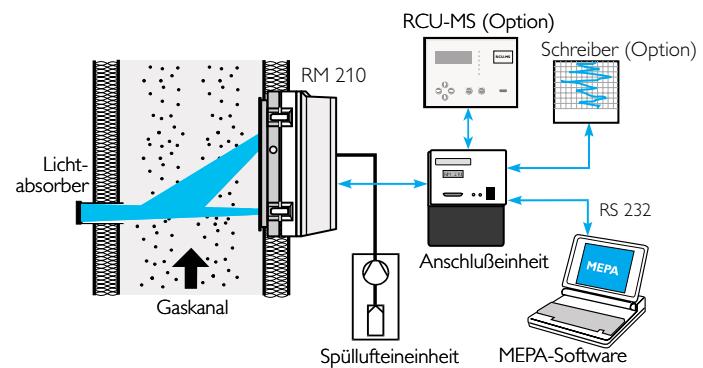


Abb. 2: Systemaufbau RM 210

### 3. Aufbau und Arbeitsweise

#### 3.1 Systemaufbau

- Sende-/Empfangseinheit – wird direkt an der Kanalwand angeflanscht
- Lichtabsorber zur Vermeidung störender Reflexionen: wird dem Sensor gegenüber montiert
- Anschlußeinheit – Signalschnittstelle zur Peripherie und Meßwertanzeige
- Spüllufteinheit zum Schutz der optischen Grenzflächen und des kompletten Systems vor Verschmutzung und hoher Gastemperatur
- PC-kompatible Software MEPA für menügeführte Bedienung und Parametrierung
- Optionale Schnellschlußvorrichtung zum vollautomatischen Schutz des Meßgerätes bei Spültausfall
- Optionaler Schreiber zur Darstellung der Meß-, Referenz- und Nullwerte
- Optionale Fernbedieneinheit RCU-MS

#### 3.2 Meßprinzip

Die In-situ-Technik, also die unmittelbare Messung im Gaskanal, garantiert verzögerungsfreie Meßwerte. Meßgröße des RM 210 ist das Streulicht. Als Lichtsender dient eine gepulste LED, die eine lange Lebensdauer garantiert. Er strahlt infrarotes Licht aus, das von den Partikeln im Gasstrom gestreut und von dem hochempfindlichen Sensor erfaßt wird. Dieses Meßprinzip ermöglicht genaueste Messungen der Staubkonzentrationen. Aus der Streulichtintensität errechnet das RM 210, basierend auf gravimetrischer Kalibrierung, die Staubkonzentrationen.

### 3.Technische Daten

#### 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung:

Geprüfte Meßbereiche:	0-5mg/m <sup>3</sup> ; 0-15mg/m <sup>3</sup> ; 0-150mg/m <sup>3</sup>
Verfügbarkeit:	99,8% bzw 95,9%
Wartungintervall:	> 4 Wochen
Nachweisgrenze:	Staub 0,02 mg/m <sup>3</sup> (MBE 3,5 mg/m <sup>3</sup> )
Zulässiger Umgebungstemperaturbereich:	-20 bis +55°C
Zeitliche Änderung des Nullpunktes:	< 1,2%
Zeitliche Änderung der Referenzpunktanzeige:	< 1,6%
Meßgröße:	Streulichtintensität proportional zur Staubkonzentration; Konzentration in mg/m <sup>3</sup> nach gravimetrischer Vergleichsmessung
Meßbereich:	kleinster Meßbereich: 0 - 0,5 mg/m <sup>3</sup> ; größter Meßbereich 0 - 200 mg/m <sup>3</sup> ; dazwischenliegende Bereiche frei parametrierbar; Meßbereichsumschaltung erfolgt automatisch
Meßgenauigkeit:	±2 % vom Meßbereichsendwert Temperaturbereich Gastemperatur über Wassertaupunkt bis 500 °C (höhere Temperaturen auf Anfrage) Umgebungstemperatur: -20 °C bis +50 °C, Lagertemperatur: -20 °C bis +65 °C, Lagerfeuchte <50% rF
Versorgung:	Send-/Empfangs- und Anschlußeinheit: Spannung: 24 V oder 90 – 260 V; Frequenz: 47 – 63 Hz; Leistungsaufnahme: 20 VA SpülLufteinheit: Spannung: 380 V / 3~ (SpülLufteinheiten für andere Spannungen auf Anfrage); Frequenz: 50 Hz; Nennstrom: 2,7 A; Leistungsaufnahme: 0,37 kW
Analogausgänge:	2 galvanisch getrennte Analogausgänge 0 – 20 mA für 3 mögliche Ausgangssignale (Live-Zero 2 oder 4 mA wählbar): Staubkonzentration mit Regression 1 oder 2 in mg/m <sup>3</sup> verrechnet, Streulichtintensität direkt gemessen
Relaisausgänge:	4 parametrierbare Relaisausgänge für folgende Statusmeldungen: Störung; SpülLuftausfall; Referenzzyklus aktiv; Wartungsbedarf; automatische Meßbereichsumschaltung; Grenzwert 1 oder Grenzwert 2 überschritten; Filterriß
Schnittstelle:	RS 232 für Terminal oder Laptop RS 422 für Fernbedieneinheit RCU-MS oder Host-Rechner
Binäreingänge:	4 parametrierbare digitale Eingangskanäle für folgende Signale: Auslösung/Unterdrückung des Kontrollzyklus; Wartung; externe SpülLuftüberwachung; Regressionsumschaltung; Filterriß-Detektion; Meßbereichsumschaltung
Schutzklasse:	S/E-Einheit und Anschlußeinheit: IP 65

**SICK**

Hersteller: SICK AG • Geschäftsbereich Umweltmeßtechnik • [www.sick.de](http://www.sick.de)  
Nimburgerstr. 11 • D-79276 Reute • Telefon: (0 76 41) 46 9-0 • Fax: (0 76 41) 46 9-11 49



Abb. 1: FW 56

### 1. Anwendungsbereich

Die umfangreichen Leistungsmerkmale gestatten den Einsatz in fast allen wirtschaftlichen Bereichen.

Mögliche Anwendungen sind z. B.:

- Staubmessung nach BImSchG
- Überwachung von Filteranlagen
- Produktstromüberwachung in der chemischen Industrie, der Nahrungs- und Genußmittelindustrie sowie Futtermittelherstellung
- Abluftkontrolle in der Metallurgie (Gießerei, Schleiferei)
- Baustoffindustrie (Zementwerke, Kalksandstein- und Gipsherstellung)
- Papierproduktion, Glasherstellung
- Gichtgasüberwachung in der Stahlindustrie
- Kontrolle von Abfüllanlagen für staubförmige Produkte, Siloüberwachung
- Hallenluft- und Flächenüberwachung (optical fencing dust) bei Lager- und Umschlagprozessen
- Kohlemühlen, Entaschungsanlagen
- Motorprüfstände
- Räuchereien
- Schiffsbau
- Turbinenschutz (Überwachung der Luftzuführung)
- Prüfeinrichtungen für Filter

Es ist eignungsgeprüft gemäß TA-Luft für filternde Abscheider mit Impulsabreinigung (Version FW 56-I) bzw. für qualitative Emissionsüberwachung der Rauchdichte (Version FW 56-D/T)

Eignungsprüfung durch den Rheinisch-Westfälischen TÜV Essen (Bericht Nr. 352/0054/95 - 586373/01 vom 25.07.95.)

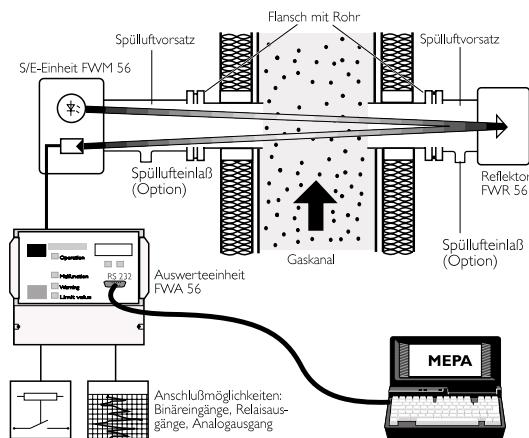


Abb.2 : Systemaufbau FW 56-D/T bzw. 56-I

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

#### 2.1 Systemaufbau

Das In-Situ-Meßgerät FW 56 besteht in der Grundausstattung aus:

- Sende-/Empfangseinheit FWM 56
- Reflektoeinheit FWR 56
- Auswerteeinheit FWA56
- SpülLuftvorsatz (2x)

FWM 56 und FWR 56 werden mit je einem SpülLuftvorsatz an den am Meßkanal gegenüberliegend angebauten Flanschen montiert. Die Auswerteeinheit ist in der Nähe der Sende-/Empfangseinheit anzubringen (Kabellänge 3 m, optional bis 10 m). Die Sende-/Empfangseinheit enthält die optischen und elektronischen Baugruppen zum Senden und Empfangen des IR-Lichtstrahls. Über die integrierte Visiereinrichtung kann sie exakt auf den Reflektor ausgerichtet werden. In der Auswerteeinheit befindet sich die Elektronik für Meßdatenerfassung, -verrechnung, -speicherung sowie für Signalein- und ausgabe. Eine optional lieferbare SpülLufteinheit schützt die optischen Grenzflächen vor aggressiven Gasen und Ablagerungen und verlängert damit die Wartungsintervalle.

#### 2.2 Meßprinzip

Beim Durchlaufen der Meßstrecke wird der Sendelichtstrahl durch Staub im Abgaskanal abgeschwächt. Diese Lichtschwächung als Verhältnis von empfangenem zu gesendetem Licht (=Transmission) ist ein Maß für die Trübung und somit für den Staubgehalt im Abgas. Durch spezielle Signalverarbeitung und Modulationsverfahren wird eine weit höhere Empfindlichkeit als bei bisher verfügbaren Transmissiometern erreicht, ebenso eine minimale Beeinflussung durch Verschmutzungen bei Messung der differentiellen Transmission.

### 3.Technische Daten

#### 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung:

Verfügbarkeit:	97,5%	
Wartungintervall:	> 4 Wochen	
Nachweisgrenze:	(MB 0-1dExt.)	Staub <1 mg/m <sup>3</sup> (MBE 40mg/m <sup>3</sup> )
Zeitliche Änderung des Nullpunktes:	< 0,2%	
Zeitliche Änderung der Referenzpunktanzeige:	< 0,4%	
Störeinfluß durch Auswandern des Lichtstrahls:	< 2% im Winkelbereich von +/-0,3° im T-Modus	
Einstellzeit (90%-Zeit):	0,1-120 s	
<b>Meßgröße</b>	<b>Meßbereich</b>	<b>Genauigkeit</b>
Transmission	0 ... 100 % frei wählbar	± 2 %
Differentielle Transmission	0 ... 100 % frei wählbar	± 0,2%
Opazität	0 ... 100 % frei wählbar	± 2%
Extinktion	0 ... 0,3 bis 0 ... 2,0	± 2%
Staubkonzentration	(i.B.) 0 ... 20 mg/m <sup>3</sup> bis 100 g/m <sup>3</sup>	
Datenspeicher:	bis 5000 Meßwerte, Zeitintervall 1 s bis 2 h	
Ereignisspeicher:	bis 500 Ereignisse (Grenzwertverletzung, Warnung, Störung, Parameteränderung) mit Datum und Uhrzeit	
Kanaldurchmesser:	0,2 bis 3,6 m	
Gastemperatur:	bis 250 °C, über Wassertaupunkt, > 140 °C Spülluft erforderlich; höhere Temperaturen auf Anfrage	
System-Features:	Synchronisierte Mittelwertbildung zur Unterdrückung von Einzelstörungen; System-/Eigentest	
Signalanschlüsse:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eingangssignale 4 Binäreingänge</li> <li>Ausgangssignale Analogausgang 0/2/4 bis 20 mA, 3 Relaisausgänge 250 V AC, 1 A</li> </ul>	
Schnittstellen:	RS 232 für PC (Laptop), galvanisch getrennt; optional RS 485/422	
Umgebungstemperatur:	-20 bis +50 °C	
Versorgungsspannung:	90-140/190-260 V AC, 50/60 Hz; opt. 24 V DC	
Schutzart:	IP 65	

**SICK**

Hersteller: SICK AG • Geschäftsbereich Umweltmeßtechnik • [www.sick.de](http://www.sick.de)  
Nimburgerstr. 11 • D-79276 Reute • Telefon: (0 76 41) 46 9-0 • Fax: (0 76 41) 46 9-11 49



Abb. 1: GM 910

### 1. Anwendungsbereich

Das GM 910 wird für die kontaktfreie CO-Messung verwendet, z.B. in:

- Kraftwerken
- Zementwerken
- Müllverbrennungsanlagen

zur

- Reduktion von Umweltbelastung
- Reduktion von Korrosion an Kraftwerkskomponenten
- Vorsorge gegen Explosionsgefahr
- Optimierung der Verbrennung und somit Reduzierung des Kraftstoffes.

Eignungsgeprüft durch RWTÜV Anlagentechnik GmbH (Bericht Nr. 352/855/573543/93 vom 16.08.1999).

Das Gerät entspricht der 13.BImSchV und der TA-Luft.

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

Der Standardlieferumfang des GM 910 besteht aus:

- Sendeeinheit GMS 910
- Empfangseinheit GME 910
- 2 Montageflanschen mit SpülLuftvorsatz
- Anschlußeinheit GMA 910
- SpülLufteinheit
- Service-Programm MEPA-GM 910

Die Kohlenmonoxid-Meßeinrichtung GM 910 ist eine kontinuierlich arbeitende Meßeinrichtung zur Bestimmung des Massengehaltes an CO in emittierten Abgasen. Sie arbeitet nach dem Prinzip der nicht-dispersiven Gasfilterkorrelation im Bereich von 4,6 \_m.

Das von der Sendeeinheit ausgestrahlte, modulierte Meßlicht durchläuft den Abgaskanal zur Empfangseinheit. Die Bandbreite des Lichtes wird durch ein Interferenzfilter auf den CO-spezifischen Wellenlängenbereich begrenzt. Als Lichtquelle dient eine IR-Quelle.

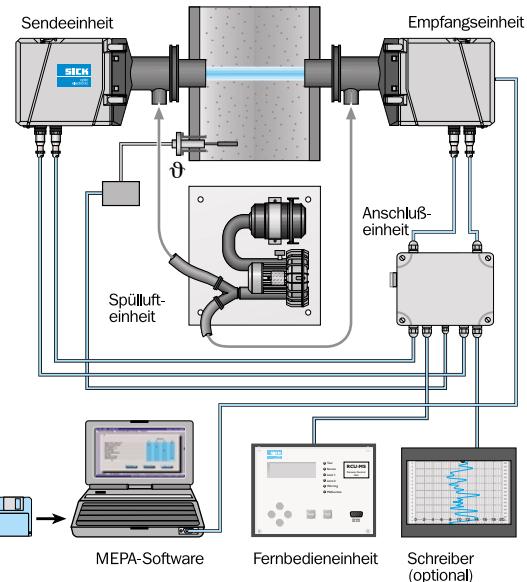


Abb. 2: Montageschema GM 910-System

Das GM 910 mißt die Intensität des im Abgaskanal abgeschwächten Lichtes im CO-Meßbereich. Durch Vergleich mit der Intensität des Lichtes nach Passieren einer eingeschwenkten Referenzküvette wird die Differenz der Intensitäten als Maß für den CO-Gehalt im Abgas bestimmt.

Um Querempfindlichkeiten zu vermeiden, welche im Abgas durch  $H_2O$  und  $CO_2$  hervorgerufen werden können, befindet sich im Strahlengang vor dem IR-Detektor ein Interferenzfilter. Damit können diese Querempfindlichkeiten im wesentlichen eliminiert werden.

Das GM 910 kann über die Service-Schnittstelle (RS 232) der Anschlußeinheit mit Hilfe eines PC's und des menügeführten Programms MEPA-GM 910 parametriert werden. Außer der Nullpunktllage (Life-Zero) können das Zeitintervall für den Kontrollzyklus, die Meßbereiche und ein Grenzwert für die Meldung "Grenzwertüberschreitung" parametriert werden.

Das Service-Programm MEPA-GM 910 ist auch für die Durchführung von Wartungsarbeiten und für die vorgeschriebene jährliche Funktionsprüfung notwendig.

Wie bei allen optischen bzw. photoelektrischen In-Situ-Meßverfahren wird das Meßergebnis von folgenden Parametern beeinflußt:

- Anzahl der CO-Moleküle im Meßweg
- Verteilung der CO-Konzentration über den Abgasquerschnitt (Strähnen)
- Meßweglänge (Abgaskanal durchmesser)

Da diese Einflußgrößen an jeder Meßstelle individuell unterschiedlich vorgefunden werden, ist in jedem Einzelfall eine Kalibrierung der Meßeinrichtung GM 910 mit einem Referenzmeßverfahren erforderlich.

### 3. Technische Daten

#### 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung

Meßstrecke	0,75 m; 8 m
Geprüfte Meßbereiche	0-300 mg/m <sup>3</sup> kleinster Meßbereich 0-5.000 mg/m <sup>3</sup> größter Meßbereich
Verfügbarkeit	> 95%
Wartungsintervalle	4 Wochen
Reproduzierbarkeit	> 44
Nachweisgrenze	2,3 mg CO/m <sup>3</sup>
Zulässiger Umgebungstemperaturbereich	-20 bis +55 °C
Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes	Abweichung < 1,2% / 10 K
Temperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit	Abweichung < 0,5% / 10 K
Zeitliche Änderung des Nullpunkts	< 0,9% / 6 Wochen
Zeitliche Änderung der Empfindlichkeit	< 1,2% / 6 Wochen
Störeinfluß durch Auswandern des Lichtstrahls	< 2% im Winkelbereich von 0,3°
Einstellzeit (90%-Zeit)	180-190 s
Abgastemperatur	max. 250 °C
Querempfindlichkeit gegenüber Prüfgasgemisch mit:	
CO <sub>2</sub> (25,3%)	-0,2%
N <sub>2</sub> O (453 mg/m <sup>3</sup> )	+0,1%
SO <sub>2</sub> (6.700 mg/m <sup>3</sup> )	±0%
NO (3.574 mg/m <sup>3</sup> )	±0%
NO <sub>2</sub> (92 mg/m <sup>3</sup> )	±0%
CH <sub>4</sub> (3.986 mg/m <sup>3</sup> )	±0%
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (97,5 mg/m <sup>3</sup> )	±0%
NH <sub>3</sub> (169,7 mg/m <sup>3</sup> )	±0%
H <sub>2</sub> O (24,2%)	-1,8%
O <sub>2</sub> (6%)	±0%
HCl (HF) (ca. 22 mg/m <sup>3</sup> )	±0%
Sendelampe	Modulierte IR-Quelle
Spannungsversorgung	100-130 V / 210-250 V; 50 / 60 Hz
Analogausgang	1; 0/2/4-20 mA; max. 750 Ohm
Schnittstellen	RS 232C für MEPA
Schutzzart	IP 65

**SICK**

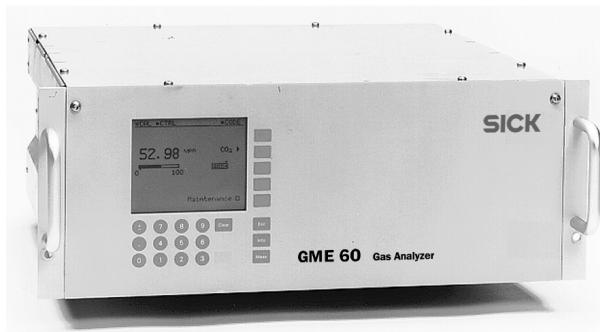


Abb. 1: GME 60

## 1. Anwendungsbereich

Der Gasanalysator GME 60 mißt hochselektiv IR-absorbierende Gase, deren Absorptionsbanden im Wellenlängenbereich von 2 bis 9  $\mu\text{m}$  liegen (z.B. CO, CO<sub>2</sub>, NO, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>).

Zur Verfügung stehen drei Grundausführungen:

- Einkanalgeräte messen eine Gaskomponente
- Zweikanalgeräte messen gleichzeitig – voneinander unabhängig – zwei Gaskomponenten
- einkanalg. Feldgeräte

Der Gasanalysator GME 60 kann in verschiedenen Industriebereichen und bei zahlreichen Anwendungen eingesetzt werden:

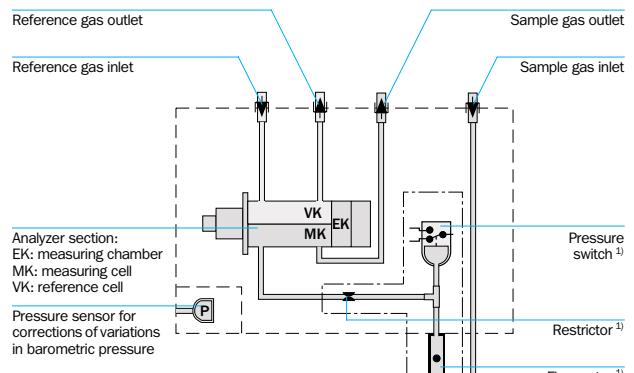
- Emissionsmessung an Verbrennungsanlagen
- Qualitätsüberwachung bei der Herstellung von Reinstgasen
- Bestimmung von Prozeßgaskonzentrationen in chemischen Anlagen
- Prüfstandssysteme in der Automobilindustrie
- Nachweis von CO<sub>2</sub>-Spuren in Luftzerlegungsanlagen
- CO- und CO<sub>2</sub>-Bestimmung in Abgas- und Konverteranlagen der Eisenhüttenindustrie
- Warneinrichtungen

Eignungsprüfung durch TÜV ECOPLAN UMWELT GmbH (Bericht-Nr. 24019084 vom Februar 1999).

Das Gerät entspricht der 13., 17. BlmSchV und der TA Luft.

Zur gleichzeitigen Messung von IR-absorbierenden Gasen und Sauerstoff dient der GME 61, eine Kombination aus GME 60 und GME 65.

# Gasanalysator GME 60



<sup>1)</sup> Option Sample gas monitoring

Abb. 2: Gasflußplan GME 60

## 2. Aufbau und Arbeitsweise

### 2.1 IR-Gegentakt-Wechsellichtprinzip

Der Gasanalysator GME 60 arbeitet nach dem IR-Gegentakt-Wechsellichtprinzip mit Zweischichtdetektor und optischem Koppler. Dadurch beschränken sich die Querempfindlichkeiten für andere Gase auf ein Minimum. Die Strahlung eines auf 700 °C geheizten IR-Strahlers wird im Strahlenteiler in zwei gleiche Strahlenbündel (Meß- und Referenzstrahl) geteilt. Der Strahlenteiler wirkt dabei gleichzeitig als Filterküvette. Der Referenzstrahl durchläuft eine mit IR-inaktivem Gas (N<sub>2</sub>) gefüllte Vergleichsküvette. Er trifft praktisch ungeschwächt auf die rechte Seite der Empfängerkammer. Die Empfängerkammern sind mit einer definierten Konzentration des zu messenden Gases gefüllt. Durch die Strahlungsabsorption kommt es zu einer Erwärmung der Gasmassen und damit zu einer meßbaren Druckerhöhung. Zur Minimierung der Querempfindlichkeit ist der Empfänger als Zweischichtdetektor aufgebaut. In der oberen Detektorschicht wird bevorzugt die Absorptionsbandenmitte absorbiert, während die Bandenflanken in beiden Schichten in etwa gleichem Maße absorbiert werden. Beide Detektorschichten sind über den Mikroströmungsführer miteinander verbunden. Durch diese Gegenkopplung ist die spektrale Empfindlichkeit sehr schmalbandig. Zwischen Strahlenteiler und Küvetten rotiert ein Blendenrand, das beide Strahlenbündel gegentaktig und periodisch unterbricht. Dadurch wird bei Absorption in der Meßküvette eine pulsierende Strömung erzeugt. Diese formt der Mikroströmungsführer in ein elektrisches Signal um. Der optische Koppler verlängert die untere Detektorschicht optisch. Durch Veränderung der Schieberstellung wird die IR-Absorption in der zweiten Detektorschicht variiert. Somit besteht die Möglichkeit, den Einfluß von Störkomponenten individuell zu minimieren.

### 3. Technische Daten

#### 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung

Meßbereiche	CO: 0-50 mg/m <sup>3</sup> / 0-75 mg/m <sup>3</sup> NO: 0-100 mg/m <sup>3</sup> / 0-200 mg/m <sup>3</sup> SO <sub>2</sub> : 0-75 mg/m <sup>3</sup>
Verfügbarkeit	> 99,4%
Wartungsintervalle	CO, NO: 4 Wochen; SO <sub>2</sub> : 8 Tage
Reproduzierbarkeit im kleinsten Meßbereich	CO: > 136 NO: > 195 SO <sub>2</sub> : > 218
Nachweisgrenze	CO: < 1% NO: < 0,8% SO <sub>2</sub> : < 0,7%
Zulässiger Umgebungstemperaturbereich	+5 bis +45 °C
Meßgasttemperatur	0-50 °C
Meßgasdurchfluß	0,3 bis 1,5 l/min
Temperaturabhängigkeit des Nullpunkts	CO: < 1,5% NO: < 1,6% SO <sub>2</sub> : < 2,4%
Temperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit	CO: < 2,6% NO: < 1,5% SO <sub>2</sub> : < 1,1%
Zeitliche Änderung des Nullpunkts	CO: < 0,4% NO: < 0,9% SO <sub>2</sub> : < 1,6%
Zeitliche Änderung der Empfindlichkeit	CO: < 0,6% NO: < 0,7% SO <sub>2</sub> : < 1,7%
Einstellzeit (90%-Zeit)	CO: < 75 s NO: < 81 s SO <sub>2</sub> : < 120 s
Querempfindlichkeit	CO: < 3,8 / -1,4% NO: < 1,3 / -2,7% SO <sub>2</sub> : < 2,6 / -2,2%
Gewicht	15-21 kg
Spannungsversorgung	100-120 V / 200-240 V; 50 / 60 Hz
Analogausgänge	1; potentialfrei; 0/2/4 bis 20 mA
Schnittstellen	RS 485
Bedienung	Bendienfeld und Display oder externer PC
Schutzart:	IP 20

**SICK**

Hersteller: SICK AG • Geschäftsbereich Umweltmeßtechnik • [www.sick.de](http://www.sick.de)  
Nimburgerstr. 11 • D-79276 Reute • Telefon: (0 76 41) 46 9-0 • Fax: (0 76 41) 46 9-11 49



Abb. 1: GME 64

### 1. Anwendungsbereich

Das GME 64 kann bis zu vier verschiedene Gaskomponenten messen, davon bis zu 3 IR-absorbierende Gase (z.B. CO, NO, SO<sub>2</sub>) und Sauerstoff.

Der Gasanalysator wird zur Prozessoptimierung und Sicherheitsüberwachung

- In allen Arten von Feuerungsanlagen (Kraftwerke, Müllverbrennungsanlagen)
  - In der Zementindustrie
  - Zur Raumluftüberwachung
  - Zur Überwachung von Gewächshäusern, Gärkellern und Lagerhäusern
- eingesetzt.

Eignungsgeprüft durch TÜV Süddeutschland AG (Bericht-Nr. 24012833 vom August 1997). Das Gerät entspricht der 13. BImSchV und der TA-Luft.

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

#### 2.1 Meßverfahren

Im GME 64 kommen zwei voneinander völlig unabhängige und selektiv arbeitende Meßprinzipien zum Einsatz:

##### 2.1.1 Infrarotmessung

Dieses spektroskopische Verfahren basiert auf der Absorption von nichtdispersiver IR-Strahlung (NDIR-Prinzip).

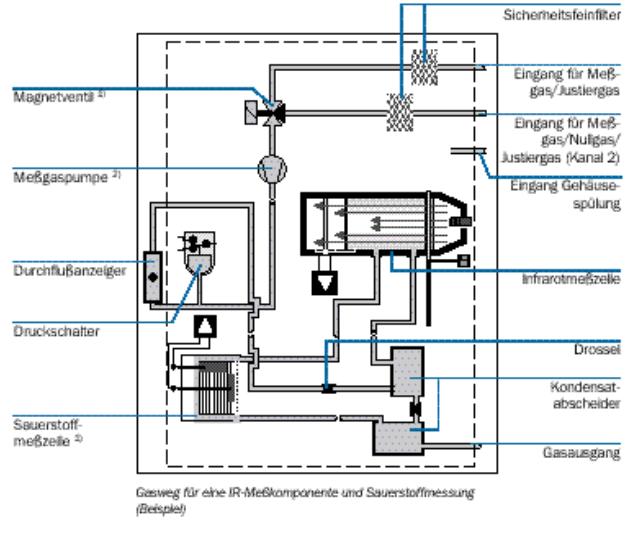


Abb. 2: Gasflußplan GME 64

Als Empfänger dient ein Einstrahl-Mehrschicht-Detektor der mit einer definierten Konzentration der zu messenden Gaskomponente gefüllt ist. In der ersten Detektorschicht wird bevorzugt die Absorptionsbandenmitte absorbiert, während die Bandenflanken in den beiden Schichten in etwa gleichem Maße absorbiert werden. Durch die selektive Strahlenabsorption kommt es zu einer unterschiedlichen Erwärmung der Gasmassen und damit zu einer Druckdifferenz in den Detektorschichten. Der Druckausgleich führt zu einer Gasströmung, die von einem Mikroströmungsfühler erfasst und in ein elektronisches Signal umgewandelt wird. Die gemessene Gasströmung ist ein Maß für die stoffspezifische Konzentration.

#### 2.2.2 Sauerstoffmessung

Der Sauerstoffsensor arbeitet nach dem Prinzip einer Brennstoffzelle. Der aus dem Meßgas eindiffundierte Sauerstoff wird an der Goldkathode elektrochemisch aufgenommen, wobei Elektronen aufgebraucht werden. Das Blei an der Anode wird unter Elektronenabgabe zu Bleioxid oxidiert. Dieses löst sich in der als Elektrolyt dienenden Säure auf, wodurch die Elektrode regeneriert wird. Der aus diesen Messungen resultierende Stromfluß ist proportional zur Konzentration des eindiffundierten Sauerstoffs. Der Sauerstoffsensor wird während der täglichen Kalibrierung automatisch justiert.

### 3. Technische Daten

#### 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung

Meßgasbedingungen	Feuchtigkeit: < 90% RH Temperatur: 0 bis 50°C Druck: 0,5 bis 1,5 bar absolut Durchfluß: 66 bis 120 l/h
Verfügbarkeit	> 98,5%
Wartungsintervalle	3 Monate
Reproduzierbarkeit	> 145 bei O <sub>2</sub> , > 46 bei CO, SO <sub>2</sub> oder NO
Nachweisgrenze	O <sub>2</sub> : < 0,1Vol.% CO: < 1,8% NO: < 1,6% SO <sub>2</sub> : < 2,1%
Zulässiger Umgebungstemperaturbereich	+5 bis +45°C
Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes	< 2% / 10 K
Druckabhängigkeit des Nullpunktes	< 0,2% / 1% Druckänderung
Zeitliche Änderung des Nullpunkts / der Empfindlichkeit	Vernachlässigbar
Einstellzeit (90%-Zeit)	< 98 s
Meßgastemperatur	0-50 °C
Querempfindlichkeit	Bei: O <sub>2</sub> : < 0,2 / -0,19Vol.% CO: < 3,7 / -1,4% NO: < 3,1 / -0,8% SO <sub>2</sub> : < 2,8 / -0,9%
Gewicht	ca. 10 kg
Spannungsversorgung	100-130 V / 210-250 V; 50 / 60 Hz
Analogausgänge	max. 4: potentialfei, 0/2/4-20 mA; linearisiert; max. 750 Ohm
Schnittstellen	RS 485
Bedienung	Bedienfeld mit Funktionstasten und Display oder externer PC
Schutzart	IP 21

**SICK**

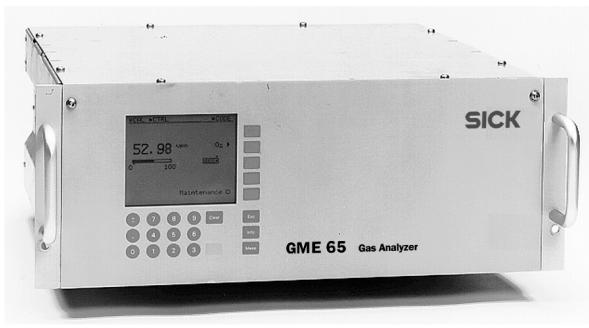


Abb. 1: GME 65

### 1. Anwendungsbereich

Der Gasanalysator GME 65 wird zur kontinuierlichen Messung von Sauerstoff in Gasen eingesetzt. Die Messung beruht auf dem paramagnetischen Wechseldruckverfahren.

Der Gasanalysator GME 65 ist als 19"-Einschub und als Feldgerät erhältlich.

Der Gasanalysator GME 65 kann in verschiedenen Industriebereichen und bei zahlreichen Anwendungen eingesetzt werden:

- Kesselsteuerung von Verbrennungsanlagen
- Qualitätsüberwachung bei der Herstellung von Reinstgasen
- Referenzmessung für die Emissionsmessung nach 13./17. BImSchV und TA-Luft
- Prüfstandssysteme in der Automobilindustrie
- Warneinrichtungen

Eignungsgeprüft durch TÜV ECOPLAN UMWELT GmbH (Bericht-Nr. 24019084 vom Februar 1999). Das Gerät entspricht der 13./17. BImSchV und TA Luft.

Zur gleichzeitigen Messung von IR-absorbierenden Gasen und Sauerstoff dient das GME 61, eine Kombination aus GME 60 und GME 65.

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

#### 2.1 Paramagnetisches Wechseldruckverfahren

Sauerstoff ist im Gegensatz zu fast allen anderen Gasen paramagnetisch. Diese Eigenschaft nutzt der Gasanalysator GME 65 als Meßeffekt.

Aufgrund ihrer paramagnetischen Eigenschaft werden Sauerstoffmoleküle in einem inhomogenen Magnetfeld in Richtung höherer Feldstärke bewegt. Führt man zwei

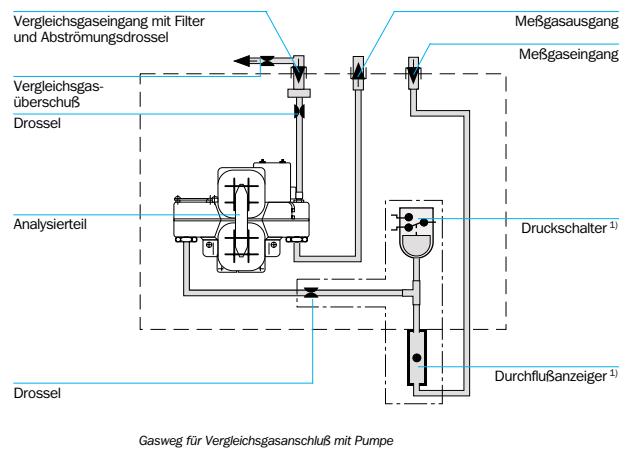


Abb. 2: Gasflußplan GME 65

Gase mit unterschiedlichem Sauerstoffgehalt in einem inhomogenen Magnetfeld zusammen, so entsteht zwischen ihnen ein Druckunterschied.

Beim GME 65 wird ein Vergleichsgas (N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> oder Luft) durch zwei Kanäle der Meßkammer zugeführt. Der eine Vergleichsgasstrom wird innerhalb des Magnetfeldes in die Meßkammer geleitet, der andere außerhalb des Magnetfeldes. Bei Anwesenheit von Sauerstoff im Meßgas ändert sich der Gasdruck im Magnetfeld. Dadurch bildet sich auch zwischen dem beiden Vergleichsgasströmen ein Druckunterschied aus. Weil die Kanäle des Vergleichsgases verbunden sind, kommt es durch den Druckunterschied zu einer Gasströmung, die zur Sauerstoffkonzentration proportional ist. Diese Strömung wird von einem Mikroströmungsführer erfaßt und in ein elektrisches Signal umgewandelt.

Der Mikroströmungsführer ist im Vergleichsgasstrom angeordnet, so daß die Eigenschaften des Meßgases keinen Einfluß auf die Messung haben. Außerdem ist der Mikroströmungsführer nicht dem möglicherweise korrosiven Meßgas ausgesetzt. Das GME 65 hat eine sehr kurze Ansprechzeit, da die Meßkammer ein kleines Volumen hat und der Mikroströmungsführer verzögerungsarm ist.

Durch die Anwendung eines Magnetfeldes mit wechselnder Flußstärke wird die Grundströmung am Mikroströmungsführer nicht erfaßt. Die Messung ist somit unabhängig von der Messkammerlage und daher auch unabhängig von der Gebrauchslage des Gerätes.

Häufig treten am Meßort Vibrationen auf, die das Meßergebnis verfälschen (Rauschen). Ein zusätzlich eingebauter, nicht durchströmter Mikroströmungsführer dient als Vibrationsaufnehmer (Kompensationsmeßfühler). Sein Signal wird mit dem Meßsignal verrechnet. Bei Dichteunterschieden über 50% zwischen Meß- und Vergleichsgas wird der Kompensationsmeßfühler ebenfalls von Vergleichsgas durchströmt.

### 3. Technische Daten

#### 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung

Meßbereiche	0-5 Vol.% 0-25 Vol.%
Verfügbarkeit	> 99,3%
Wartungsintervalle	4 Wochen
Reproduzierbarkeit im kleinsten Meßbereich	MB1: > 240 MB2: > 680
Nachweisgrenze	< 0,02 Vol.%
Zulässiger Umgebungstemperaturbereich	+5 bis +40 °C
Meßgasttemperatur	0 bis 50 °C
Meßgasdurchfluß	0,3 bis 1 l/min
Temperaturabhängigkeit des Nullpunkts	< 0,08 Vol.%
Temperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit	< 0,11 Vol.%
Zeitliche Änderung des Nullpunkts	< 0,02 Vol.%
Zeitliche Änderung der Empfindlichkeit	< 0,01 Vol.%
Einstellzeit (90%-Zeit)	< 38 s
Querempfindlichkeit	< 0,01 / 0,11%
Gewicht	13 kg
Spannungsversorgung	100-120 V / 200-240 V; 50 / 60 Hz
Analogausgänge	2; 0/2/4 bis 20 mA; für Druckaufnehmer extern und Quergaskorrektur
Schnittstellen	RS 485
Bedienung	Bedienfeld und Display oder externer PC
Schutzart:	20

**SICK**



Abb. 1: GME 66

### 1. Anwendungsbereich

Der Gasanalysator für NO, NO<sub>2</sub> oder NO<sub>x</sub> GME 66 wird zur

- Qualitätskontrolle in der Kessel- und Brennerproduktion
- Überwachung von Stickoxid in Abgasen von Feuerungsanlagen
- Kontrolle in der Prozeßtechnik
- Immissionsmessung

in der Chemie-, Metall- oder Zementindustrie, in Kraftwerken, der Müllverarbeitung oder in DeNO<sub>x</sub>-Anlagen eingesetzt.

Das GME 66 ist in 5 Konfigurationen lieferbar:

- GME 66-S: 4 frei wählbare Meßbereiche, sehr kurze Ansprechzeit ( NO oder NO<sub>x</sub> )
- GME 66-AL: 2 Reaktionskammern, sehr hohe Empfindlichkeit ( Gleichzeitige Messung von NO, NO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> )
- GME 66-EL: 2 Reaktionskammern ( Gleichzeitige Messung von NO, NO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> )
- GME 66-HT: für heiße Meßgase ( Gleichzeitige Messung von NO, NO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> )
- GME 66-DUAL: Gleichzeitige Messung von 2 Meßstellen. (NO oder NO<sub>x</sub>)

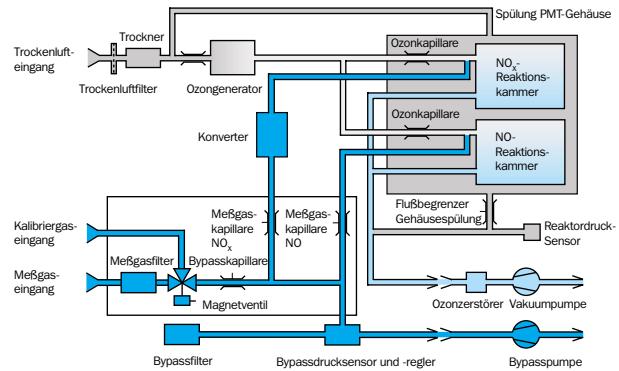
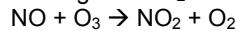


Abb. 2: Gasflußplan GME 66-HT

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

#### 2.1 Chemolumineszenzverfahren

Die Stickoxid-Messung des GME 66 basiert auf der chemischen Reaktion zwischen NO und Ozon unter Bildung von NO<sub>2</sub> und O<sub>2</sub>:



Zur Messung wird das Meßgas kurz vor der Reaktionskammer mit Ozon gemischt, das im Ozongenerator aus Umgebungsluft erzeugt wird. Das gebildete NO<sub>2</sub> ist in einem energetisch angeregtem Zustand. Beim Übergang in den energieärmeren Grundzustand gibt es die freiwerdende Energie als IR-Strahlung ab (Chemolumineszenz).

Das Emissionsmaximum liegt dabei bei ca. 1200 nm. Die Strahlung wird von einem hochempfindlichen Photomultiplier erfaßt und in ein elektrisches Signal umgewandelt. Bei einem Ozonüberschuß ist das Signal proportional zur NO-Konzentration im Meßgas.

Bei der NO<sub>x</sub>-Messung wird das Meßgas zunächst über einen Konverter geleitet, der das vorhandene NO<sub>2</sub> in NO umwandelt, das wie beschrieben gemessen wird. Die Messung von NO und NO<sub>x</sub> erfolgt simultan in zwei separaten Meßkammern, dadurch kann jederzeit der exakte NO<sub>2</sub>-Gehalt des Meßgases als Differenz aus den NO<sub>x</sub>- und NO-Meßwerten ermittelt werden.

Eignungsgeprüft durch TÜV ECOPLAN UMWELT GmbH (Bericht-Nr. 24019084 vom Februar 1999). Das Gerät entspricht der 13./17. BlmSchV und TA Luft.

### 3. Technische Daten (GME 66-HT)

#### 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung

Meßbereiche	0..100 ppm / 0..100 ppm / 0..1.000 ppm / 0..10.000 ppm
Verfügbarkeit	> 99,5 %
Wartungsintervalle	2 Wochen
Reproduzierbarkeit	MB 100ppm : >36 MB 500ppm: >156
Nachweisgrenze	0,1 ppm
Zulässiger Umgebungstemperaturbereich	+5 bis +40 °C
Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes	< 0,4 % /10K
Temperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit	< 2,9% / 10K
Zeitliche Änderung des Nullpunkts	< 0,5 %
Zeitliche Änderung der Empfindlichkeit	< 2,0 %
Einstellzeit (90%-Zeit)	< 38 s
Meßgasttemperatur	5-40 °C (HT: 5-190 °C)
Meßgasdurchfluß	1,2 l/min, staubfrei
Luftverbrauch	0,66 l/min, öl-, wasser- und staubfrei für Ozon-Generator
Querempfindlichkeit	Nullpunkt: < 0,7% Empfindlichkeit: < 1,5 %
Gewicht	27 kg (S) bis 40kg (HT)
Spannungsversorgung	230V / 50Hz oder 110V / 60Hz
Analogausgänge	1(S) bis 3(HT) Ausgänge: 1V / 10V / 20mA wählbar, galvanisch getrennt
Schnittstellen	RS 232
Bedienung	Folientastatur und Display oder externen PC

**SICK**



Abb. 1: MCS 100 E Analyser

### 1. Anwendungsbereich

MCS 100 E ist ein kompakter Mehrkomponenten-Analysator zur extraktiven, kontinuierlichen Überwachung von Rauchgasen an z. B. Kraftwerken und Müllverbrennungsanlagen.

Das MCS 100 E kommt in verschiedenen Systemvarianten zum Einsatz: Das MCS 100 E HW mit Heißmeßtechnik ist zur Überwachung von HCl, SO<sub>2</sub>, CO, NO, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> sowie O<sub>2</sub> ausgelegt. Als MCS 100 E PD mit Permeationstrockner können kleinere Meßbereiche erreicht und zusätzlich NO<sub>2</sub> gemessen werden. Die Messungen von H<sub>2</sub>O und NH<sub>3</sub> entfallen dabei.

Eignungsprüfung: TÜV Rheinland vom 12.08.1999

MCS 100 E HW: 936/808010/A

MCS 100 E PD: 936/808010/B

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

#### 2.1 Gesamtsystem

Das Gesamtsystem besteht aus der Probenahme, einer Meßgasleitung und dem Meßsystem.

Das Meßgas wird dem Abgas mittels einer beheizten Probenahme entnommen. Das Probenahmesystem ist speziell für die Anforderungen bei Rauchgasen ausgelegt.

Beim MCS 100 E HW gelangt das Rauchgas über eine beheizte Rauchgasleitung in den Systemschrank, in dem sich die Meßgaspumpe, der Analysator und die Übergabeschnittstellen befinden.

Beim MCS 100 E PD ist zusätzlich ein Permeationstrockner in die Probenahme integriert. Hierdurch ist die Verwendung einer unbeheizten Meßgasleitung möglich.

#### 2.2 Analysator

Der Analysator besteht aus der Meßgasküvette, dem Photometer und der elektronischen Auswerteeinheit.

Die Küvette ist als Langwegsküvette mit fester optischer Weglänge (3, 6 oder 12 Meter) ausgeführt und bis auf 200 °C beheizbar.

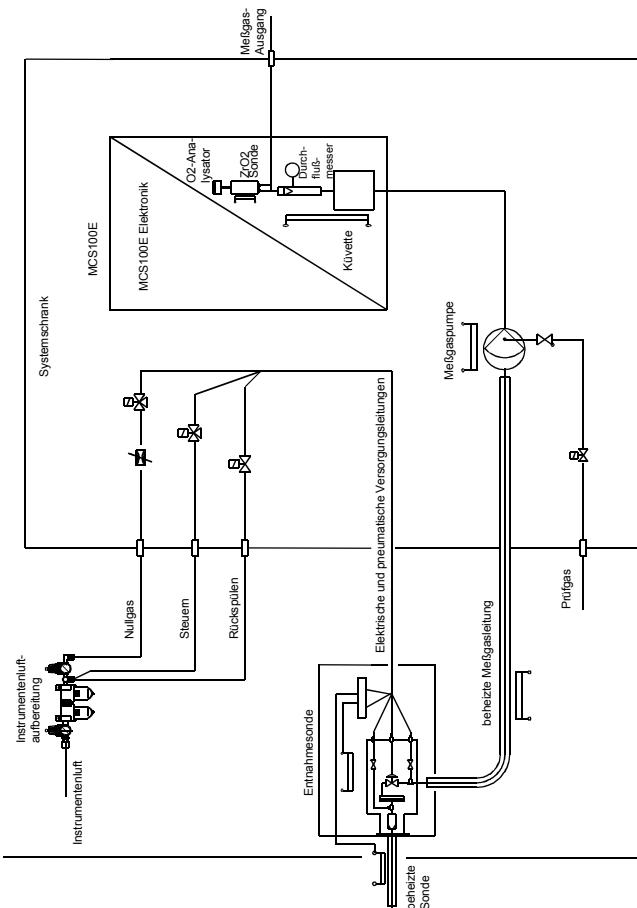
Das Photometer im MCS 100 E ist ein nichtdispersives Infrarot-Photometer, das nach dem Bifrequenz- oder Gasfilterkorrelationsverfahren die Konzentration von Rauchgaskomponenten erfaßt.

Der Photometerteil ist vollständig in ein thermostatisiertes Gußgehäuse integriert. Er enthält den Strahlerteil mit Chopper sowie den Detektorteil mit 2 Filterrädern für Gas- und Interferenzfilter sowie optional einem internen Kalibrierstandard. Letzterer dient zur Überprüfung der Geräteempfindlichkeit ohne Einsatz von Prüfgas.

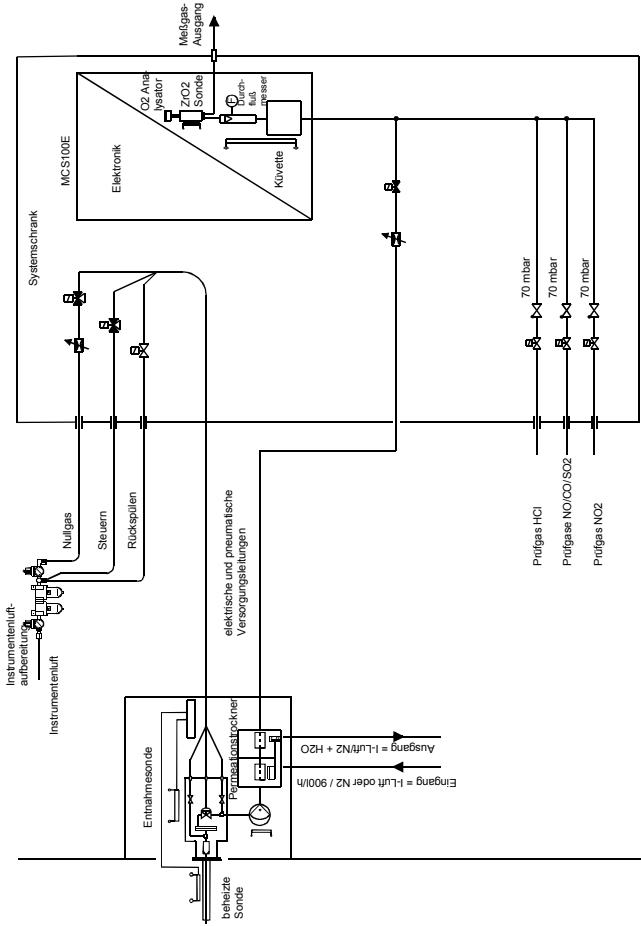
Zusätzlich enthält das MCS 100 E einen integrierten Strömungsmesser und (optional) eine integrierte Sauerstoffmessung mit einer ZrO<sub>2</sub>-Sonde.

Steuerung des Photometers, Auswertung und Darstellung der Meßergebnisse sowie die Steuerung von Systemperipherie erfolgen über einen integrierten Industrie-PC. Die Bedienung erfolgt menügesteuert über das Bedienpanel und das LC-Display. Letzteres ist graphikfähig und kann die Meßwerte sowohl numerisch, als Balkendiagramm oder als Liniendiagramm darstellen.

Zur Erhöhung der Störsicherheit ist der Analysator über Lichtwellenleiter mit den Übergabeschnittstellen im Systemschrank verbunden, an die auch die Systemperipherie angeschlossen wird.



Fließplan MCS 100 E HW



Fließplan MCS 100 E PD

### 3. Technische Daten (kommen nach Veröffentlichung)

#### 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung

##### Geprüfte Meßbereiche

MCS E 100 HW:  
 HCl: 0 – 15 mg/m<sup>3</sup>  
 CO: 0 – 75 mg/m<sup>3</sup>  
 NO: 0 – 200 mg/m<sup>3</sup>  
 NH<sub>3</sub>: 0 – 20 mg/m<sup>3</sup>  
 SO<sub>2</sub>: 0 – 75 mg/m<sup>3</sup>  
 CO<sub>2</sub>: 0 – 25 Vol.-%  
 O<sub>2</sub>: 0 – 21 Vol.-%  
 H<sub>2</sub>O: 0 – 40 Vol.-%

MCS E 100 PD:  
 HCl: 0 – 10 mg/m<sup>3</sup>  
 CO: 0 – 50 mg/m<sup>3</sup>  
 NO: 0 – 50 mg/m<sup>3</sup>  
 NO<sub>2</sub>: 0 – 80 mg/m<sup>3</sup>  
 SO<sub>2</sub>: 0 – 10 mg/m<sup>3</sup>  
 CO<sub>2</sub>: 0 – 25 Vol.-%  
 O<sub>2</sub>: 0 – 21 Vol.-%

Verfügbarkeit 98,6 %  
 Wartungsintervall 3 Monate  
 Nachweisgrenze absolut < 3,5 % vom jew. Grenzwert

Beeinflussung des Meßsignals durch Änderung des Probengasdurchflusses  
 MCS 100 E HW: < 1 % bei 360 - 800 L/h  
 MCS 100 E CD: < 1 % bei 250 - 600 L/h

zulässiger Umgebungstemperaturbereich + 5 °C bis 35 °C  
 max. Temperaturdrift  
 - des Nullpunkts 3,1 %  
 - des Referenzpunkts 3,6 %

zeitliche Änderung - des Nullpunkts - des Referenzpunkts	< 1 % / Monat < 1 % / Monat
Einstellzeit (90 %-Zeit)	E HW < 128 Sekunden E PD < 64 Sekunden (HCl < 350 Sekunden )
Linearität	< 2 %
Reproduzierbarkeit	> 30
Querempfindlichkeit gegenüber CO <sub>2</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , N <sub>2</sub> O, HCl, CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> O, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , CH <sub>3</sub> OH, CH <sub>2</sub> O, CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	E HW: typ. < 1 % vom MBE E PD: < 2 % vom MBE

#### 3.2 Weitere technische Daten

Anzahl der Meßbereiche	2
Automatische Meßbereichsumschaltung	ja
Energieversorgung	3~230 V
Leistungsaufnahme	1450 VA (plus Probenahme)
Abmessungen	(2100 x 800 x 600) mm (HxBxT)
Gewicht:	ca. 350 kg
Statussignale	Wartung, Störung, weitere optional
Meßsignalausgang	0/4 bis 20 mA
Meßwertanzeige	numerisch und grafisch
Schutztart	IP 54

## Kontinuierliche Quecksilber-Emissionsmessung für Rauchgase: MERCEM



MERCEM Quecksilberanalysator: Der Meßgaseintritt erfolgt über die rechte Schrankwand. Dort befindet sich die Gasentnahmepumpe mit darüber angeordnetem Strömungsmesser. Links davon befinden sich Reaktor mit Meßgaskühler, darüber die Analysatoreinheit (mit Goldfalle und Photometer). Der  $\text{SnCl}_2$ -Behälter ist im Schrankboden untergebracht, Auswerte- und Steuereinheit sowie Signalübergabe befinden sich im oberen Schrankteil (zum Teil in der Tür).

### 1. Anwendungsbereich

MERCEM überwacht kontinuierlich Quecksilberemissionen (elementares und in Quecksilberchlorid gebundenes Quecksilber) im Rauchgas. Durch Anpassung eines Amalgamierungsprozesses lässt sich die Empfindlichkeit des Systems in weiten Bereichen, insbesondere auch hin zu sehr kleinen Meßbereichen, einstellen.

Eignungsprüfung: TÜV Rheinland (TÜV-Bericht: 936/805012 vom April 1996).

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

#### 2.1 Gesamtsystem

MERCEM besteht aus Probenahme, naßchemischer Reduktion des Quecksilberchlorids, einer Amalgamierungseinheit, dem Photometer sowie einer Auswerte- und Steuereinheit.

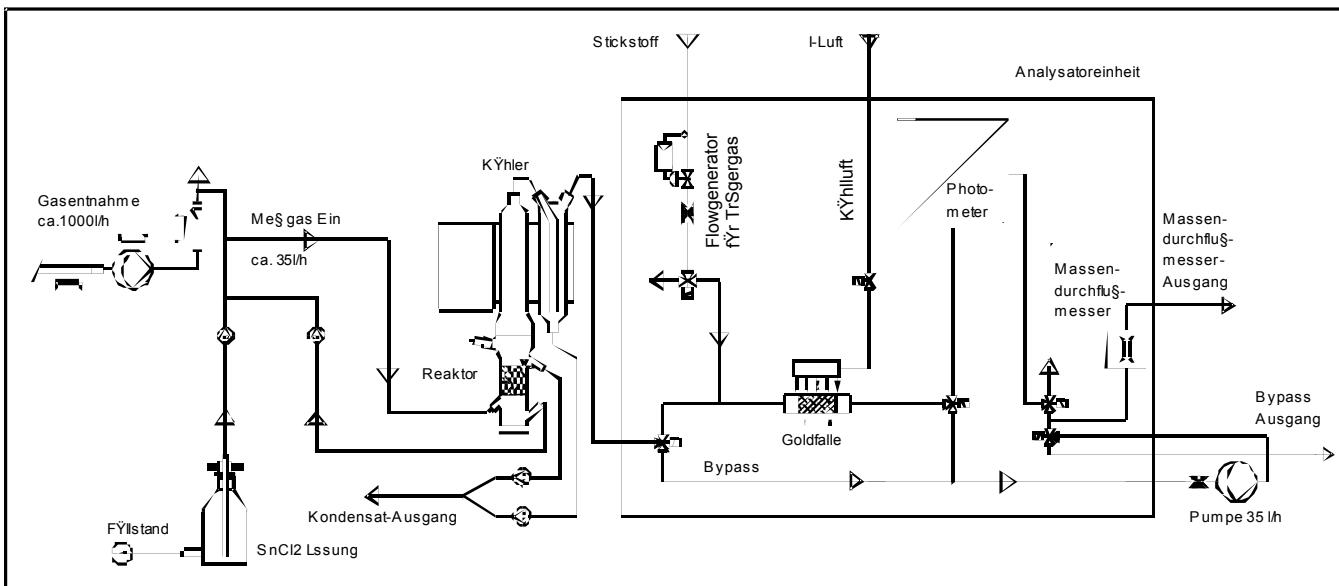
Das Probenahmesystem ist speziell auf Gaskomponenten mit großen Adsorptions- und Desorptionseffekten ausgelegt. Hierzu gehört auch in besonderem Maße Quecksilberchlorid ( $\text{HgCl}_2$ ). Durch hohen Probengasstrom, ausgewählte Materialien sowie hohe Temperaturen werden diese Störeffekte minimiert.

Die Umwandlung des  $\text{HgCl}_2$  in metallisches Quecksilber (nur dieses kann photometrisch erfasst werden) wird in einem Reaktor durch Reduktion mit Zinn(II)chlorid ( $\text{SnCl}_2$ ) durchgeführt. Dieses Verfahren hat sich weitgehend bei Referenzverfahren durchgesetzt. Die Standzeit des  $\text{SnCl}_2$ -Vorratsbehälters beträgt ca. 3 Monate. Im Anschluß an den Reaktor findet in einem Kühler eine Phasentrennung statt und das Meßgas gelangt in den Analysator.

#### 2.2 Analysator

Durch Sammeln des gasförmigen metallischen Quecksilbers auf einem Gold-/Platinnetz und anschließendem Austreiben bei hoher Temperatur mittels Inertgas kommt das Photometer ausschließlich mit dem Trägergas und dem darin enthaltenen Quecksilber in Kontakt. Daher sind spektrale Querempfindlichkeiten ebenso wie eine Verschmutzung der optischen Anordnung ausgeschlossen. Durch Variieren der Sammelzeit lässt sich der Meßbereich in weiten Grenzen einstellen. Der Quecksilbergehalt wird photometrisch mittels Kaltdampf-Absorptionstechnik bestimmt. Der Einstrahl-Analysator besteht aus einer Niederdruck-Hg-Entladungslampe, einer thermostatisierten Quarzküvette von ca. 220 mm Länge und einem Photodiodendetektor.

Durch Spülen der Goldfalle und des Photometers mit Stickstoff wird vor jeder Messung die Basislinie des Photometers bestimmt. Der Analysator arbeitet dadurch weitestgehend driftfrei.



Fließplan

### 3. Technische Daten

#### 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung

Bezugsgröße	Meßbereichsendwert (MBE)	Weitere Meßbereiche
Geprüfter Meßbereich	0 – 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0 – 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Verfügbarkeit	> 98,6 %	(zur Zeit in TÜV-Prüfung) kleinere Meßbereiche auf Anfrage
Wartungsintervall	4 Wochen	380 V
Nachweisgrenze absolut	< 1,8 % vom MBE	max. 4610 VA bei 10 m
Beeinflussung des Meßsignals durch		Energieversorgung
- barometrische Luftdruckschwankung	keine	Leistungsaufnahme
- Änderung des Probengasdurchflusses	keine	Probenahmeleitung
zulässiger Umgebungstemperaturbereich	5 – 40 °C	Abmessungen
Temperaturabhängigkeit		(2100 x 800 x 600) mm (HxBxT)
- des Nullpunkts	< 0,8 % vom MBE / 10 K	Gewicht: 340 kg
- des Referenzpunkts	< 2,3 % vom Sollwert / 10 K	0/4..20 mA
zeitliche Änderung		numerisch und grafisch
- des Nullpunkts	< 1 % vom MBE / 1 Monat	IP 54
- des Referenzpunkts	< 4 % vom Sollwert / 1 Monat	ca. 1 h
Einstellzeit (90 %-Zeit)	< 360 Sekunden	N <sub>2</sub> und Instrumentenluft
Querempfindlichkeit gegenüber		
CO <sub>2</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> ,		
N <sub>2</sub> O, HCl, CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> O, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Summe < 4 %	
Anzahl der Meßbereiche	programmierbar	
Automatische Meßbereichsumschaltung	ja	

#### 3.2 Weitere technische Daten

Energieversorgung	380 V
Leistungsaufnahme	max. 4610 VA bei 10 m
Probenahmeleitung	
Abmessungen	(2100 x 800 x 600) mm (HxBxT)
	Gewicht: 340 kg
	0/4..20 mA
	numerisch und grafisch
	IP 54
	ca. 1 h
	N <sub>2</sub> und Instrumentenluft

**SICK**

Hersteller: SICK UPA GmbH, Dr. Zimmermann-Straße 18, D-88709 Meersburg,  
Telefon: 07532/801-0, Fax: 07532/801-104, E-Mail: infoupa@sick.de

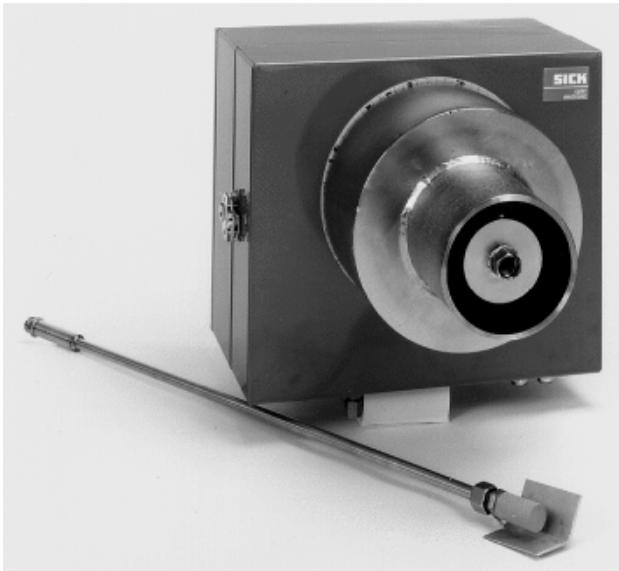


Abb. 1: LT 1

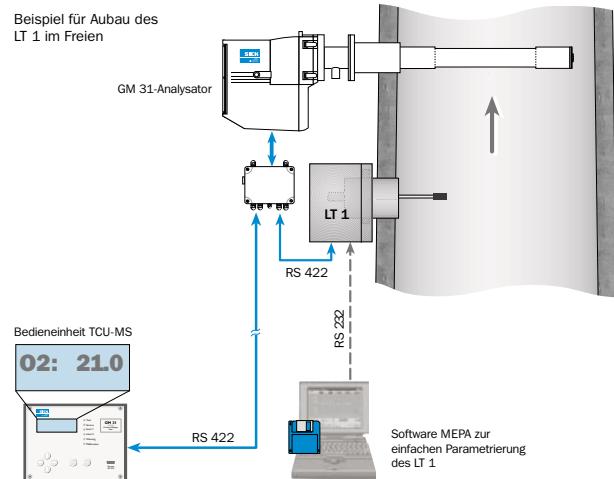


Abb. 2: LT 1 in Kompaktausführung mit dem GM 31-Multikomponenten-Meßgerät

### 1. Anwendungsbereich

Das Haupt-Einsatzgebiet des O<sub>2</sub>-Analysators LT1 ist die Bestimmung der Sauerstoffkonzentration in Verbrennungsanlagen. Die wichtigsten Beispiele sind:

- Kraft- und Heizwerke
- Müllverbrennungsanlagen
- Öfen der Glas- und Keramikindustrie
- Heiz- und Cracköfen der petrochemischen Industrie
- Kalk- und Zementöfen der chemischen Industrie
- Härte-, Sinter-, Schmelz- und Anlassöfen der metallurgischen Industrie

Der Sauerstoffanalysator eignet sich für folgende Applikationsfelder:

- Prozeßmessung – zur Überwachung des Brennstoff / Luft-Verhältnisses
- Emissionsüberwachung - zur Sauerstoff-Bezugswertumrechnung

Messgastemperaturen:

- Bis 800°C möglich (Metallsonde)
- Bis 1700°C möglich (Keramiksonde)

Eignungsgeprüft durch RWTÜV Anlagentechnik GmbH (Bericht Nr. 502/0118/96 // 689724/01 vom Sep. 1997)

Das Gerät entspricht der 13./17.BImSchV und der TA-Luft.

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

Der O<sub>2</sub>-Analysator LT1 besteht aus:

- Sonde LS 1
- Auswerteeinheit mit MEPA-Software und optionalem Display
- Flansch

Der LT1 ist in 2 Ausführungen, zur Installation unter Dach (Wandaufbau-Gehäuse) oder zur Installation im Freien (Kompaktausführung) erhältlich

Die Messeinrichtung besteht aus der Lambda-Sonde LS1 und dem Lambda-Transmitter LT1.

Die Lambda-Sonde misst kontinuierlich die Sauerstoffkonzentration indem sie über ein Kapillarrohr eine geringe Gasmenge (ca. 0,5 l/h) direkt dem Meßgas entnimmt. Die Lambda-Sonde besteht aus einem einseitig verschlossenen Zirkoniumdioxid-Festelektrolytrohr, dessen Innen- und Außenflächen poröse Edelmetallschichten als Elektroden tragen. Die Festelektrolytzelle wird mit einer elektrischen Innenheizung beheizt. Die Zelle ist von einem Hüllrohr aus Quarz umgeben, durch das ein Probegasstrom geleitet wird, der mittels einer Membranpumpe und einer kritischen Düse konstant gehalten wird.

Zur Bestimmung der Sauerstoffkonzentration im Probegas wird bei der Betriebstemperatur ( $T > 650^{\circ}\text{C}$ ) an die Elektroden der Zelle eine Gleichspannung von 0,4 bis 1,0 V angelegt. Der gesamte Sauerstoff des Probegases ionisiert an der negativ geladenen Außenelektrode unter dem Einfluß der angelegten Spannung. Die negativ geladenen Sauerstoffionen wandern durch den Festelektrolyt zur positiv geladenen Innenelektrode und werden dort zu molekularem Sauerstoff entladen. Der Ionenstrom, der als Stromsignal der Sonde gemessen wird, hängt linear von der Sauerstoffkonzentration und dem Probegasfluß durch die Zelle ab.

Durch Kalibrierung mit einem Gas bekannter Sauerstoffkonzentration (z.B. Luft mit 20,96 Vol.% O<sub>2</sub>) läßt sich der Proportionalitätsfaktor und der Probegasdurchsatz der

kritischen Düse bestimmen. Die Messung des Sauerstoffgehalts erfolgt in-situ im feuchten Abgas, die Ergebnisse

müssen daher auf trockene Abgasbedingungen umgerechnet werden.

### 3. Technische Daten

#### 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung

Ausführung	Wandaufbaugehäuse - LT1 mit GM31 unter Dach - Stand-alone unter Dach	Kompaktausführung - LT1 mit GM31 im Freien - Stand-alone im Freien
Zulässiger Umgebungstemperaturbereich	0 bis +60°C	-10 bis +55 °C mit Heizung: -25 bis +55 °C
Schutzart	IP 54	IP 65
Meßbereich	0-21 Vol.% O <sub>2</sub>	
Verfügbarkeit	> 99,5%	
Wartungsintervalle	4 Wochen	
Reproduzierbarkeit	> 174	
Nachweisgrenze	0,01 bis 0,02 Vol.-%	
Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes	< 0,2 Vol.-%	
Temperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit	< 0,2 Vol.-%	
Zeitliche Änderung des Nullpunkts	< 0,2 Vol.-%	
Zeitliche Änderung der Empfindlichkeit	< 0,2 Vol.-%	
Einstellzeit (90%-Zeit)	< 20 s	
Gewicht	Ca. 25 kg	
Spannungsversorgung	230 V AC / 50 Hz; 115 V AC / 60 Hz; +10%/-15%	
Ausgänge	Multimeterausgang: 0-2,55 V, Bürde >10 kOhm, 1 Analogausgang parametrierbar 1 Digitalausgang: Relais 48 V DC/AC; 3 A	
Schnittstellen	RS 232 für Servicezwecke RS 422/485 (potentialfrei) für Datentransfer	

**SICK**

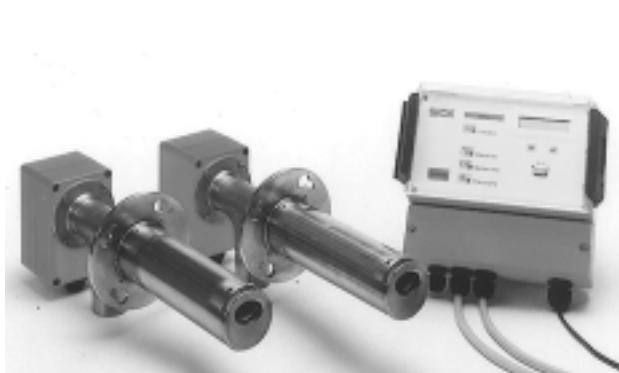


Abb. 1: FLOWSIC 100

### 1. Anwendungsbereich

Das Meßsystem FLOWSIC 101/102 ist ein vielseitig einsetzbares Meßgerät für große als auch für kleine Kanalabmessungen.

#### Anwendungen:

- Anlagen der chemischen Industrie
- Verbrennungsanlagen nach TA-Luft, 13. und 17. BlmSchV
- Stahlerzeugung (Konverter, Schmelzöfen) und andere metallurgische Bereiche
- Kokereien
- Baustoffindustrie (Zementwerke, Kalksandstein-, Gipsherstellung)
- Lebensmittelindustrie und Futtermittelproduktion
- Räuchereien
- Glasindustrie
- Glasturbinenanlagen

Das Meßsystem FLOWSIC 101/102 ist eignungsgeprüft gemäß 13. BlmSchV, 17. BlmSchV und TA Luft. Eignungsprüfung durch den Rheinisch-Westfälischen TÜV Essen (Bericht Nr. 3.5.2/0668/95 - 59454101 vom 12.02.96.)

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

#### 2.1 Systemaufbau

Das Meßsystem besteht aus den Baugruppen:

- Sende-/Empfangseinheit (2x)
- Montageflansch (2x)
- Auswerteeinheit

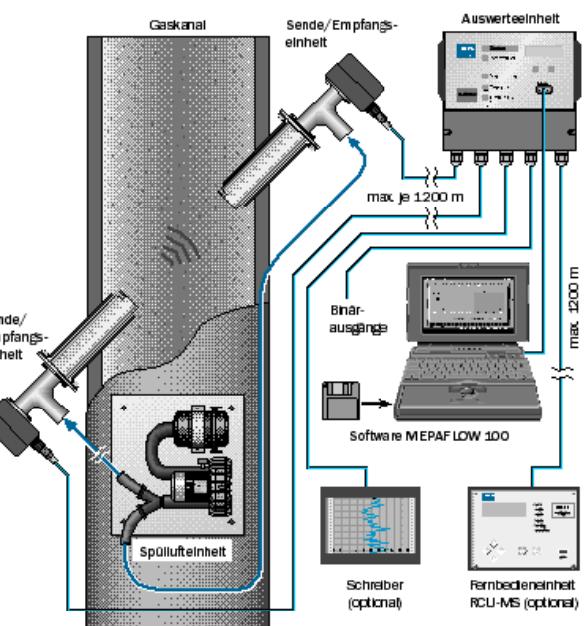


Abb. 2: Systemaufbau FLOWSIC 100

#### • Spüllufteinheit

Das FLOWSIC 101 ist für kleinere Meßstrecken vorgesehen. Bei großen Meßstrecken oder zur Messung in Gasen mit großer Ultraschalldämpfung (z. B. durch hohe Staubbeladung) kommt das FLOWSIC 102 zum Einsatz. Beim FLOWSIC 103 wird die Sende-/Empfangseinheiten mit der Auswerteeinheit über Koaxialkabel mit einer festen Länge von 5m verbunden. Optional kann eine Fernbedieneinheit (RCU-MS) angeschlossen werden.

#### Sende-/Empfangseinheit

Die Sende-/Empfangseinheit besteht aus der Elektronikeinheit, der Meßsonde mit Ultraschallwandler und dem SpülLuftanschluß. Die SpülLuft dient zur Reinhaltung und Kühlung der Wandler. Die SpülLuftversorgung ist strömungstechnisch optimiert.

#### 2.2 Meßprinzip

#### Geschwindigkeitsmessung

Auf beiden Seiten des Gaskanals werden in einem bestimmten Winkel zur Kanalachse Ultraschallwandler eingebaut, die abwechselnd als Sender und Empfänger arbeiten. In Abhängigkeit von Richtung und Strömungsgeschwindigkeit des Gases ergeben sich unterschiedliche Laufzeiten der jeweiligen Schallimpulse. In Vorwärtsrichtung wird die Laufzeit  $t_v$  verkürzt, in der Gegenrichtung wird  $t_r$  verlängert. Aus der Laufzeitdifferenz kann die Gasgeschwindigkeit unabhängig von Druck und Temperaturverhältnissen berechnet werden. Dieses Meßverfahren liefert auch dann plausible Meßwerte, wenn der Gasstrom mit Staub, Kondensat oder anderen Stoffen beladen ist. Durch Multiplikation der Gasgeschwindigkeit mit dem effektiven Kanalquerschnitt ergibt sich die Durchflußmenge.

## Temperaturmessung

Grundlage der Temperaturmessung ist die Erfassung der Schallgeschwindigkeit. Über die mittlere Laufzeit der Schallimpulse kann damit bei konstanter

Gaszusammensetzung nach Abgleich die Gastemperatur bestimmt werden. Mit dem Temperaturwert können Gasgeschwindigkeit bzw. Volumenstrom auf Normbedingungen umgerechnet werden.

## 3.Technische Daten

### 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung:

Verfügbarkeit:	99,6%
Wartungintervall:	> 4 Wochen
Nachweisgrenze:	<2% des Anzeigebereiches von 20 m/s _ 0,23m/s
Zeitliche Änderung des Nullpunktes:	0%
Zeitliche Änderung der Referenzpunktanzeige:	0%
Zulässiger Umgebungstemperaturbereich:	-20°C bis + 50°C
Reproduzierbarkeit:	81
Meßbereich:	0 .. 40 m/s stufenlos einstellbar
	<b>FLOWSIC 101 (/103)</b> <b>FLOWSIC 102</b>
Typische Genauigkeit: (bei Temperatur 150°C und Meßstrecke 2m)	± 0,1 m/s
Meßstrecke Wandler-Wandler*:	0,5 ... 3,0 m
Einbauwinkel:	45° ... 60°
	45° ... 60° bei Meßstrecken > 5 m immer 60°
t <sub>90</sub> -Zeit:	1 ... 300 s; frei Wählbar
Gastemperatur:	0 ... 400°C; ( 0 ... 300°C für FLOWSICK 103)
Meßwertanzeige:	2zeiliges Display
Statusanzeige:	LED für Betrieb, Störung, Wartung, Test-Zyklus
Ausgangssignale:	- Analogausgang 0/2/4 ... 20 mA - 4 Relaisausgänge 48 V, 1 A für Statussignale Warnung, Wartung, Störung, Strömungsrichtung
Schnittstellen:	-RS 485 für Datenaustausch zwischen Sende-/Empfangseinheit und Auswerteeinheit - RS 232 für Parametrierung - Optional RS 422 für Datenübertragung - Optional 2. Analogaus- oder -eingang - Optional 3. Analogaus- oder -eingang
Versorgungsspannung:	90 ... 140 / 180 ... 240 V AC, 50/60 Hz
Schutzgrad:	IP 65

*\*Die maximal mögliche Meßstrecke ist abhängig von der Gastemperatur und Gaszusammensetzung*

**SICK**

Hersteller: SICK AG • Geschäftsbereich Umweltmeßtechnik • [www.sick.de](http://www.sick.de)  
Nimburgerstr. 11 • D-79276 Reute • Telefon: (0 76 41) 46 9-0 • Fax: (0 76 41) 46 9-11 49



Abb. 1: MEVAS-PC

### 1. Anwendungsbereich

Das Emissionsfernüberwachungssystem MEVAS-PC erfüllt die Anforderungen an Emissionsrechner nach der 13.BimSchV., der TA-Luft sowie der 17.BimSchV., d.h. es ist geeignet zur Meßwerterfassung und -verarbeitung vor Ort (B-System), sowie zur Datenfernübertragung an das G-System.

Eignungsprüfung durch den TÜV Rheinland Köln (Bericht Nr. 936/804014 vom 14.08.95.).

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

#### 2.1 Systemaufbau

B-System besteht aus:

- Grundmodul zur Meßwerterfassung
- Emissionsrechner mit Auswerte- und EFÜ Software
- Modem zur Datenübertragung
- Drucker zur Protokollerstellung

Das MEVAS-PC System ermöglicht die kontinuierliche Erfassung analoger und digitaler Meßsignale. Durch das modulare Konzept eignet sich das System auch zur Erfassung bei räumlich verteilten Anlagen. Die gemessenen Daten laufen am Emissionsrechner zusammen, werden dort klassiert, grafisch aufbereitet und für Betreiber und Behörde zur Verfügung gestellt. Mehrere B-Systeme können vor der Emissionsdatenfernübertragung auf einer Ebene zusammengeführt werden.

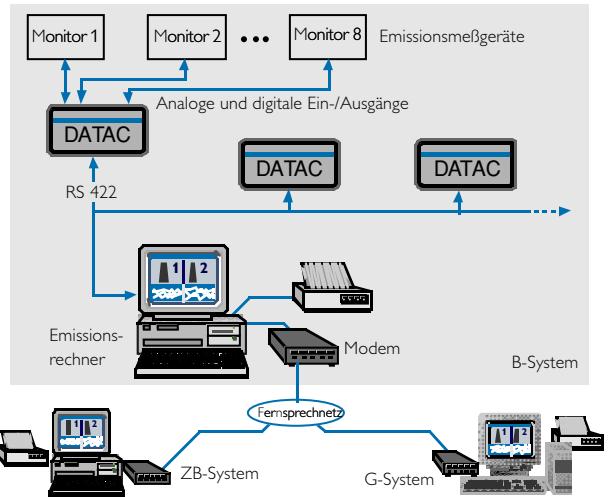


Abb. 2: Systemaufbau

nem zentralen Betreibersystem (ZB-System) zusammengefaßt werden. Mittels Modem erfolgt die Verbindung mit dem zentralen Überwachungsrechner bei der zuständigen Aufsichtsbehörde (G-System).

Des Weiteren besteht die Möglichkeit die Emissionsdaten in ein lokales Netz einzuspeisen und damit betriebsweit zur Verfügung zu stellen.

#### 2.2 Arbeitsweise

Das B-System arbeitet unter der Benutzeroberfläche „MS-Windows“ und erfüllt die Funktionen des behördlich vorgeschriebenen Emissionsrechners.

Die dezentrale Meßwerterfassung mittels Grundmodul gibt die aufgenommenen Daten im 10-Sekundentakt über ein serielles Netzwerk an den Rechner weiter.

Die Einzelabfragen werden zu Kurzzeitmittelwerten (z.B. 3 Minuten) verarbeitet. Für die einzelnen Meßaufgaben erfolgt eine Mittelung über 10, 30 oder 60 Minuten. Aus den klassierten Mittelwerten wird der Tagesmittelwert berechnet.

Die Ausgabe der Protokolle zum Tageswechsel kann zu einem vorprogrammierten Zeitpunkt erfolgen. Gleicher gilt für den Zeitpunkt der automatischen Fernübertragung mit anschließender Protokollierung.

Die Sicherung der parametrisierten Daten vor unbefugten Zugriffen erfolgt mittels Passwörtern auf unterschiedlichen Sicher

### 3. Technische Daten

#### 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung:

Verfügbarkeit:	99,9%
Reproduzierbarkeit der Klassierung:	<1%
Zulässiger Umgebungs-temperaturbereich:	0 bis +50°C
Genauigkeit der Meßwertverarbeitung:	< 0,3%
Beeinflussung des Meßsignals durch Netzspannungsschwankungen	< 1,3%
Rechner	IBM kompatibler PC
Energieversorgung:	230/115V V AC umschaltbar ; 48 bis 62 Hz
Leistungsaufnahme:	200 VA
Datenschnittstellen:	CAN Bus zum Grundmodul RS 232 für Modemanschluß RS 232 Rechnerschnittstelle (Option)
Grundmodul	19" Version für max. 8 Karten oder 19"/2 für max. 4 Karten
Eingangskarte:	4 bzw. 8 Analogeingänge 0-20 mA ; 16 Binäreingänge
Ausgangskarte:	4 Analoausgänge 0-20 mA galvanisch getrennt ; 16 Relaisausgänge
Schutzart:	IP 54

**SICK**

Hersteller: SICK AG • Geschäftsbereich Umweltmeßtechnik • [www.sick.de](http://www.sick.de)  
Nimburgerstr. 11 • D-79276 Reute • Telefon: (0 76 41) 46 9-0 • Fax: (0 76 41) 46 9-11 49

# SIEMENS

## FIDAMAT 5E

Flammenionisationsdetektor zur gesamt Kohlenwasserstoffanalyse



Der FIDAMAT 5E arbeitet nach dem Prinzip der Flammenionisation.

Der FIDAMAT 5E mißt die Summe aller Kohlenwasserstoffe im Meßgas, allerdings mit unterschiedlicher Wirkung der Kohlenwasserstoffmoleküle. In erster Näherung ist die Meßwertanzeige proportional der Anzahl der C – Atome im jeweiligen Molekül.

Das zu messende Gas wird dem

Flammenionisationsdetektor zugeführt.

Hier wird das Meßgas mit einer konstanten Menge Reinstwasserstoff oder H<sub>2</sub> / He und Brennluft gemischt und verbrannt. Beim Verbrennen wird der organisch gebundene Kohlenwasserstoffanteil ionisiert. Die freiwerdenden Ionen werden durch die zwischen der Brennerdüse und der Elektrode vorhandenen Zugspannung in einen Ionisationsstrom umgesetzt und dem Verstärker zugeführt.

### Anwendungen

- ◆ Messung der Gesamtkohlenwasserstoffkonzentration in Rauchgasen nach TA-Luft, 13. und 17. BimSchV
- ◆ Messung der Gesamtkohlenwasserstoffkonzentration von Nachverbrennungsanlagen
- ◆ Messungen in sicherheitsrelevanten Bereichen
- ◆ Prozeßgaskonzentrationen in chemischen Anlagen
- ◆ Immissionsanalyse der Gesamtkohlenwasserstoffkonzentration in Luft
- ◆ Messung der Schadstoffemissionen in Motorenentwicklungs – und Zertifizierungsprüfständen der Automobilindustrie
- ◆ Bestimmung von VOC

## Wesentliche Merkmale

- ◆ Vier Meßbereiche parametrierbar, linear
- ◆ Automatischer Start nach Ablauf der Aufheizphase
- ◆ Automatische Zündung nach Erlöschen der Flamme
- ◆ Automatische oder manuelle Meßbereichsumschaltung wählbar; auch Fernumschaltung möglich
- ◆ Galvanisch getrennter Meßwertausgang 0/2/4 bis 20 mA

## Technische Daten

Durchfluß bei Standard-Meßbedingungen (200°C)	
- Meßgas	1000ml / min
- Brennluft	ca. 350 ml /min
- Brenngas H <sub>2</sub>	ca. 25 ml / min
Klimatische Bedingungen	
Umgebungstemperatur	
- im Betrieb	+ 5°C bis
- bei Lagerung	+45°C
	- 30°C bis
zulässige Feuchtigkeit	70°C
	< 90%
relative Feuchtigkeit im Jahresmittel	
Schutzart	
- 19" – Einschub	IP 20
- Tischgerät	IP 21
Meßbereiche	4, intern, extern und automatisch umschaltbar
Meßspanne	0 bis 1 vpm bis 0 bis 99 999 vpm
Kennlinie	linearisiert
EMV-Störfestigkeit	gem. Standard der NAMUR NE21 CE-Kennzeichen EN 50081-1 EN 50082-2 EN 61010-1
Hilfsenergie	AC 120V, 230V, 240V 48 bis 63 Hz
Nachweisgrenze	0,1 vpm C <sub>1</sub> etwa 100 vpb $\cong$ 0,05 mg C/m <sup>3</sup>
Meßverhalten Nullpunkt drift	< 2% vom Meßbereichendwert / Woche für Meßbereiche > 10 vpm C <sub>1</sub>
Empfindlichkeitsdrift	< 2% vom Meßbereichendwert / Woche für Meßbereiche > 10 vpm C <sub>1</sub>
Reproduzierbarkeit	< 1% des jeweiligen Meßbereiches
Analogausgang	0/2/4 bis 20 mA linear, potentialfrei
Bürde	$\leq$ 750 $\Omega$
Serielle Schnittstelle	RS 235

# SIEMENS

## OXYMAT 6

Paramagnetischer Sauerstoffanalysator



Die Gasanalysengeräte OXYMAT 6 arbeiten nach dem paramagnetischen Wechseldruck-Verfahren und werden zur Messung von Sauerstoff in Gasen eingesetzt.

### Anwendungen

- ◆ Messung der Sauerstoffkonzentration als Bezuggröße nach TA-Luft, 13. und 17. BimSchV
- ◆ Messung für die Kesselsteuerung von Verbrennungsanlagen
- ◆ Messungen in sicherheitsrelevanten Bereichen
- ◆ Prozeßgaskonzentrationen in chemischen Anlagen
- ◆ Spurenmessungen bei Reingasprozessen zur Qualitätsüberwachung
- ◆ Messung der Sauerstoffkonzentration in Motorenentwicklungs – und Zertifizierungsprüfständen der Automobilindustrie

### Wesentliche Merkmale

- ◆ Vier Meßbereiche je Kanal frei parametrierbar, linear
- ◆ Ein galvanisch getrennter Meßwertausgang 0 / 2 / 4 bis 20 mA je Kanal
- ◆ Automatische oder manuelle Meßbereichsumschaltung wählbar; auch Fernumschaltung möglich
- ◆ Einfache Handhabung durch menügeführte Bedienerführung
- ◆ Bedienung in Anlehnung an die NAMUR-Empfehlung
- ◆ Geringe Langzeitdrift
- ◆ Interner Druckaufnehmer zur Korrektur von Meßgasdruckschwankungen im Bereich von 0,5 bis 2 bar abs.
- ◆ Große LCD – Anzeige mit LED – Hinterleuchtung
- ◆ Feldgehäuse (IP 65) mit gasdichter Trennung zwischen Elektronik und Physik
- ◆ Interne Prozeßgas – Druckkompensation (optional wählbar)

Technische Daten		Optionen	Zusatzelektronik mit je 8 Binäreingängen und Relaisausgängen
Meßbereiche	4, intern, extern und automatisch umschaltbar	Klimatische Bedingungen	
Kleinstmöglicher Meßbereich	0,5 Vol% O <sub>2</sub>	Umgebungstemperatur	
Kennlinie	linearisiert	- im Betrieb	+ 5°C bis + 45°C
EMV-Störfestigkeit	gem. Standard der NAMUR NE21 CE-Kennzeichen EN 50081-1 EN 50082-2 EN 61010-1	- bei Lagerung	- 30°C bis + 70°C
Hilfsenergie	AC 100 bis 120V 48 bis 63 Hz; AC 200 bis 240V 48 bis 63 Hz	zulässige Feuchtigkeit	< 90% relative Feuchtigkeit im Jahresmittel
Gaseingangsbedingungen		Schutzart	
Meßgasdruck	0,6 bis 1,5 bar abs.	- 19" – Einschub	IP 20
Meßgastemperatur		- Feldgerät	IP 65
- Einschubgerät	0 bis 50°C		
- Feldgerät	0 bis 50°C		
- Feldgerät beheizt	0 bis 80°C nicht kondensierend		
Druckkorrekturbereich mit internem Aufnehmer	0,5 bis 2,0 bar abs.		
Meßverhalten			
Nullpunkt drift	< 0,5% / 3 Monate des kleinstmöglichen Meßbereiches		
Meßwertdrift	< 0,5% / 3 Monate des jeweiligen Meßbereiches		
Reproduzierbarkeit	< 1% des jeweiligen Meßbereiches		
Elektrische Ein – und Ausgänge			
Analogausgang	0/2/4 bis 20 mA linear, potentialfrei		
Bürde	≤ 750 Ω		
Relaisausgänge	6, mit Wechselkontakt		
Analogeingänge	2, ausgelegt auf 0/2/4 bis 20 mA		
Binäreingänge	6, ausgelegt auf 24 V potentialfrei, parametrierbar		
Serielle Schnittstelle	RS 485		

# SIEMENS

## ULTRAMAT 6

Gasanalysengerät für IR – absorbierende Gase



Die Gasanalysengeräte ULTRAMAT 6 Ein- oder Zweikanal arbeiten nach dem NDIR-Zweistrahlgegentaktverfahren und messen hochselektiv Gase, deren Absorptionsbanden im infraroten Wellenlängenbereich von 2 bis 9  $\mu\text{m}$  liegen, wie z.B. CO, CO<sub>2</sub>, NO, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> und anderen Kohlenwasserstoffen.

### Anwendungen

- ◆ Messung der Schadstoffemissionen nach TA-Luft, 13. Und 17. BimSchV
- ◆ Messung für die Kesselsteuerung von Verbrennungsanlagen
- ◆ Messungen in sicherheitsrelevanten Bereichen
- ◆ Prozeßgaskonzentrationen in chemischen Anlagen
- ◆ Spurenmessungen bei Reingasprozessen zur Qualitätsüberwachung
- ◆ Messung der Schadstoffemissionen in Motorenentwicklungs – und Zertifizierungsprüfständen der Automobilindustrie

### Wesentliche Merkmale

- ◆ Vier Meßbereiche je Kanal frei parametrierbar, linear
- ◆ Ein galvanisch getrennter Meßwertausgang 0 / 2 / 4 bis 20 mA je Kanal
- ◆ Automatische oder manuelle Meßbereichsumschaltung wählbar; auch Fernumschaltung möglich
- ◆ Differenzmeßbereiche mit bestromter Vergleichsküvette
- ◆ Einfache Handhabung durch menügeführte Bedienerführung
- ◆ Bedienung in Anlehnung an die NAMUR-Empfehlung
- ◆ Geringe Langzeitdrift
- ◆ Interner Druckaufnehmer zur Korrektur von barometrischen Luftdruckschwankungen
- ◆ Große LCD – Anzeige mit LED – Hinterleuchtung
- ◆ Feldgehäuse (IP 65) mit gasdichter Trennung zwischen Elektronik und Physik

## Technische Daten

Meßbereiche	4, intern, extern und automatisch umschaltbar	Serielle Schnittstelle Optionen	RS 485 Zusatzelektronik mit je 8 Binäreingängen und Relaisausgängen
Kleinstmöglicher Meßbereich	abhängig von der Anwendung z.B. 0 bis 5 vpm CO <sub>2</sub> 0 bis 10 vpm CO	Klimatische Bedingungen Umgebungstemperatur - im Betrieb + 5°C bis + 45°C - bei Lagerung - 30°C bis + 70°C	zulässige Feuchtigkeit < 90% relative Feuchtigkeit im Jahresmittel
Kennlinie	linearisiert	Schutzart	
EMV-Störfestigkeit	gem. Standard der NAMUR NE21 CE-Kennzeichen EN 50081-1 EN 50082-2 EN 61010-1	- 19" – Einschub	IP 20
Hilfsenergie	AC 100 bis 120V 48 bis 63 Hz; AC 200 bis 240V 48 bis 63 Hz	- Feldgerät	IP 65
Gaseingangsbedingungen			
Meßgasdruck	0,6 bis 1,5 bar abs.		
Meßgastemperatur			
- Einschubgerät	0 bis 50°C		
- Feldgerät	0 bis 50°C		
- Feldgerät beheizt	0 bis 80°C nicht kondensierend		
Druckkorrekturbereich			
mit internem Aufnehmer	0,6 bis 1,2 bar abs.		
mit externem Aufnehmer	0,6 bis 1,5 bar abs.		
Meßverhalten			
Nullpunkt drift	<± 1% des Meßber./Woche		
Meßwertdrift	<± 1% des Meßber./Woche		
Wiederholpräzision	zwischen 0,1% und 1% des jeweiligen Meßbereiches		
Linearitätsabweichung	< 0,5% vom Meßbereichsendwert		
Elektrische Ein – und Ausgänge			
Analogausgang	0/2/4 bis 20 mA linear, potentialfrei		
Bürde	≤ 750 Ω		
Relaisausgänge	6, mit Wechselkontakt		
Analogeingänge	2, ausgelegt auf 0/2/4 bis 20 mA		
Binäreingänge	6, ausgelegt auf 24 V potentialfrei, parametrierbar		

# SIEMENS

## ULTRAMAT 23

Gasanalysengerät für IR – absorbierende Gase und Sauerstoff



Wer kontinuierlich Messungen von Gaskonzentrationen z.B. nach 13. BimSchV durchführen muß, hat es ab sofort leichter. Der neue ULTRAMAT 23 ist hierfür zertifiziert und somit in TÜV – geprüfter Version erhältlich.

Das bedeutet effizienter und rentabler Einsatz überall dort, wo der Gesetzgeber die kontinuierliche Überwachung vorschreibt. Natürlich ist der ULTRAMAT 23 auch zum Messen von vielen anderen Komponenten einsetzbar.

Der ULTRAMAT 23 ist in den Ausführungen ein bis drei IR – Komponenten jeweils mit oder ohne zusätzlichen Sauerstoffkanal lieferbar.

Der Clou beim ULTRAMAT 23 ist seine Fähigkeit, sich automatisch mit Umgebungsluft zu kalibrieren.

Das heißt, der Betreiber benötigt keine Prüfgasflaschen. Dieses senkt die Betriebskosten ganz erheblich, weil die Justierung mit Prüfgasen nur einmal jährlich erforderlich ist.

Die Messung von infrarotaktiven Gasen, wie CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>,.... basiert auf einem innovierten Einstrahlmeßverfahren mit Mehrschichtdetektortechnik . Damit sind höchste Selektivität und eine hervorragende Meßgenauigkeit gewährleistet.

Zur Sauerstoffmessung wird eine elektrochemische Zelle im Gerät integriert. Also zwei bewährte Meßverfahren mit Simultanmessung von bis zu vier Komponenten in einem Gerät – Dies senkt die Investitionskosten erheblich !!

### Anwendungen

- ◆ Messung der Schadstoffemissionen nach TA-Luft und 13. BimSchV
- ◆ Messung für die Kesselsteuerung von Verbrennungsanlagen
- ◆ Raumluftüberwachung
- ◆ Luftüberwachung in Fruchtlagern, Gewächshäusern, Gärkellern und Lagerhäusern
- ◆ Überwachung von Prozeßführungen

### Wesentliche Merkmale

- ◆ Ein galvanisch getrennter Meßwertausgang 0 / 2 / 4 bis 20 mA je Kanal
- ◆ Einfache Handhabung durch menügeführte Bedienerführung
- ◆ Bedienung in Anlehnung an die NAMUR-Empfehlung
- ◆ Praktisch wartungsfrei durch AUTOCAL mit Umgebungsluft
- ◆ Zwei Meßbereiche je Komponente
- ◆ Autorange mit Meßbereichskennung

### Allgemeine technische Daten

Meßkomponenten	max. 4
Analogausgänge	max. 4 0/2/4 bis 20 mA linear
Bürde	$\leq 750 \Omega$
Display	80 Zeichen LCD mit LED Hinterleuchtung
EMV- Störfestigkeit	gem. Standard der NAMUR NE21 oder EN 50081-1, EN 50082-2, EN 61010
Relaisausgänge	8, parametrierbar
Binäreingänge	3, potentialfrei
Serielle Schnittstelle	RS 485
Autocal Funktion	automatischer Geräteabgleich mit Umgebungsluft, Zykluszeit: einstellbar 1 bis 24 Stunden
Schutzart	IP 21
Hilfsenergie	100V, 200V, 230V 50Hz 100V, 120V, 230V 60Hz
Meßgasdruck	0,5 bis 1,5 bar abs.
Meßgasdurchfluß	60 bis 120 L/h

### Technische Daten Infrarotmessung

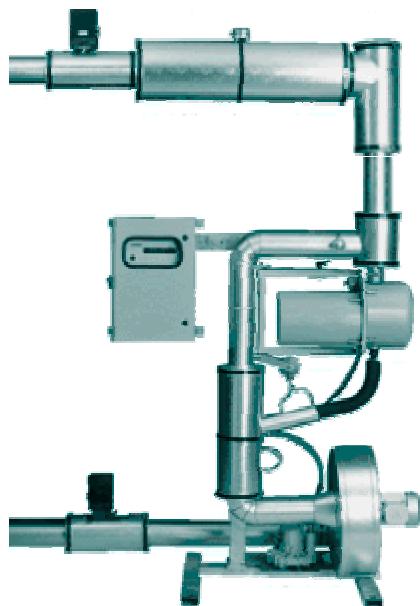
Meßbereiche	siehe Bestelldaten
Einflußgrößen	
-Drift	vernachlässigbar
-mit Autocal	<2% des kleinsten Meßbereiches / Woche
-ohne Autocal	
-Luftdruck	korrigiert durch Druckaufnehmer

Rauschen des Ausgangssignals	$<\pm 1\%$ des kleinstmöglichen Meßbereiches
---------------------------------	--

Reproduzierbarkeit	$\leq 1\%$ vom kleinsten Meßbereich
--------------------	--

### Technische Daten der Sauerstoffmessung

Meßbereich	0 bis 5% oder 0 bis 25% parametrierbar
Einflußgrößen	
-Drift	vernachlässigbar
mit Autocal	1% O <sub>2</sub> / Jahr in Luft
ohne Autocal	<0,2% des Meßwertes je 1% Druckänderung
-Luftdruck	
-Begleitgase	schwermetall-, H <sub>2</sub> S- und halogenhaltige Begleitgase führen zu Funktionsausfällen; O <sub>2</sub> – Konzentrationen <0,5% sind nur kurzzeitig zulässig
Anzeigeverzögerung (90%-Zeit)	< 30 sec. bei ca. 1 L/min Meßgasdurchfluß
Lebensdauer	ca. 2 Jahre bei 21% O <sub>2</sub>
Reproduzierbarkeit	$\leq 0,05\%$ O <sub>2</sub>



## 1. Anwendungsbereich

Messung von Staubkonzentrationen im Emissionsbereich nach 13. und 17. BimSchV vor allem in nassen Gasen.

Messfehler durch Wasser- oder Säuretröpfchen zu verhindern. Die gesamte Bedienung, Steuerung und Überwachung der Messanlage erfolgt durch das Bediengerät (a).

## 2. Aufbau und Arbeitsweise

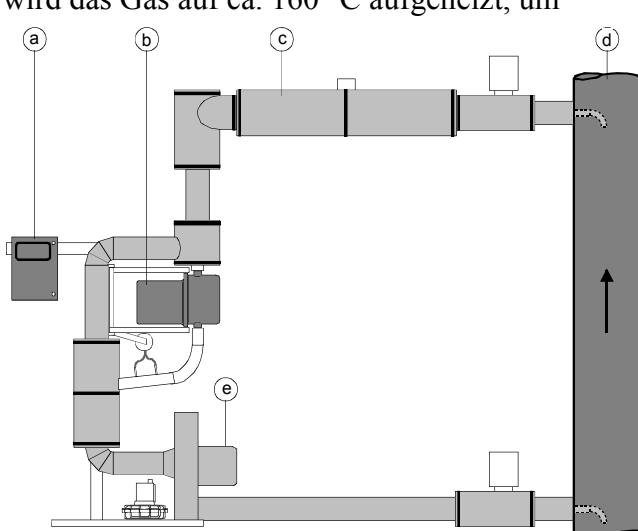
### 2.1 Gesamtsystem

Ein Ringleitungssystem (c) transportiert das zu messende Gas zum Analysator (b) und wieder zurück in den Abgaskanal (d). In dieser Ringleitung wird das Gas auf ca. 160 °C aufgeheizt, um

### 2.2 Analysator

Im Analysator wird das von den Staubteilchen erzeugte 15°-Streulicht gemessen, dessen Intensität proportional zur Partikelkonzentration ist. Eine spezielle Messzellenkonstruktion verhindert dabei eine schnelle Verschmutzung der Messzelle. Durch das verwendete Zweistrahlerverfahren ist der Messwert äusserst stabil und die Drift gering.

Die Werkskalibrierung wird in PLA durchgeführt; abhängig von der Anlage entspricht 1 PLA etwa 4 bis 40 mg/m<sup>3</sup> Staub.



### 3. Technische Daten

### 3.2 Weitere technische Daten

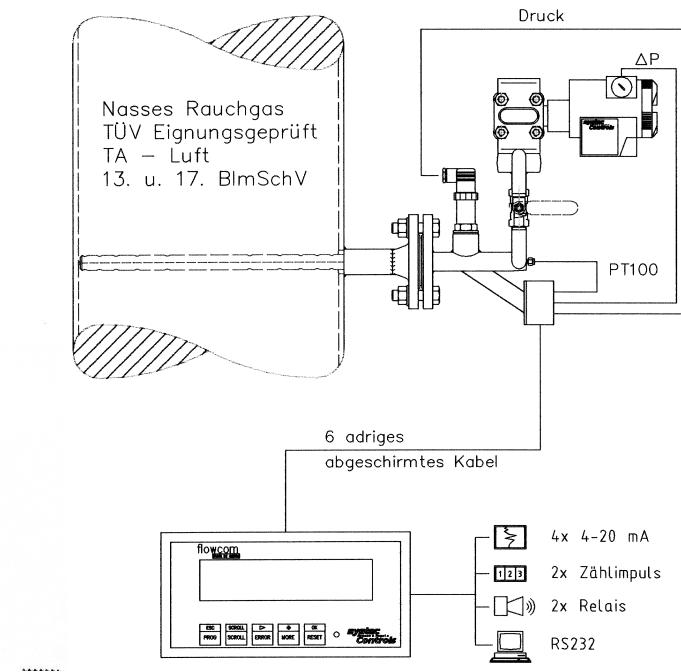
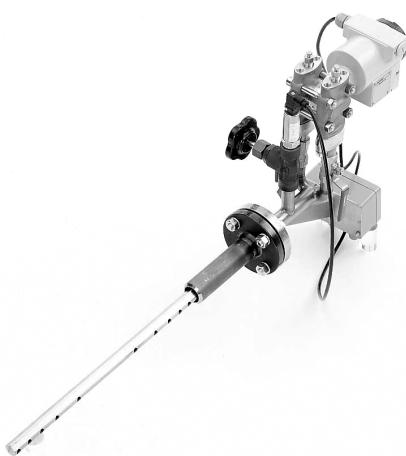
#### 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung

Bezugsgrösse:	Staubkonzentration nach gravimetrischer Messung nach VDI 2066	Stromversorgung:	230 V / 3 x 400 V 50/60 Hz
Geprüfte Messbereiche:	0 – 0,05 PLA 0 – 1 PLA	Leistungsaufnahme: (Standardversion)	5,5 kVA
Verfügbarkeit:	> 98,8 %	Gastemperatur:	bis 180 °C
Wartungsintervall:	1 Monat	Druck:	± 3000 Pa
Nachweisgrenze:	0,0005 PLA	Schutzart:	IP 54
Einfluss Probengasdurchfluss:	< 1% zwischen 25 l/min und 40 l/min; Selbstüberwachung	Abmessungen: (Grundgerät)	H= 2480 mm B = 1530 mm T = 1000 mm
Umgebungstemperatur:	-20 °C bis +40 °C	kleinster Messbereich:	0 – 0,05 PLA
Drift des Nullpunktes:	< 0,5 % im Wartungsintervall	grösster Messbereich:	0 – 100 PLA
Drift der Empfindlichkeit:	< 3 % im Wartungsintervall	Messbereichumschaltung:	automatisch od. manuell
Reproduzierbarkeit:	> 90		

#### Hersteller:

SIGRIST-PHOTOMETER AG  
Hofurlistrasse 1  
CH-6373 Ennetbürgen  
Tel. 0041 41 620 5064  
Fax 0041 41 620 4180  
e-mail [info@photometer.com](mailto:info@photometer.com)  
internet [www.photometer.ch](http://www.photometer.ch)

systec Controls Mess- und Regeltechnik GmbH, Lindberghstrasse 4, 82178 Puchheim  
Telefon ++49 / (0)89 / 80 90 6-0, Faximile ++49 / (0)89 / 80 90 6-200



## 1. Anwendungsbereich

Volumenstrom-Messeinrichtung für verschmutzte, kondensierende und aggressive (Ab-)Gase.

## 2. Aufbau und Arbeitsweise

Die Meßeinrichtung besteht aus der Staudrucksonde deltaflow DF25 oder deltaflow DF50 mit integrierten Druck-, Temperatur und dp-Meßumformern sowie dem Meßwertrechner flowcom.

Die deltaflow Staudrucksonde ist ein Primärelement ähnlich dem Prandtleschen Staurohr, jedoch mit einer Vielzahl von Wirkdruckbohrungen. Die Anordnung dieser Wirkdruckbohrungen ermöglicht die Erfassung des Mittelwertes der Strömungsgeschwindigkeit in der Rohrleitung. Die besondere Konstruktion der Sonde ermöglicht genaue Messungen auch unter hoher Schmutzfracht und bei starker Kondensation.

Die deltaflow wird aus verschiedenen Edelstählen gefertigt und widersteht auch stark aggressiven Umgebungen.

In die deltaflow können Druck-, Temperatur und dp-Meßumformer integriert werden. Deren 4..20mA-Signale werden im Universal-Durchflußrechner flowcom ausgewertet. Der flowcom verrechnet die Meßgrößen und stellt diese auf dem Display und an seinen Ausgängen zur Verfügung. Wegen seiner Zweikanaligkeit ist der flowcom auch für die Überwachung redundanter Messungen geeignet. Das Gesamtsystem ist oben rechts dargestellt.

### 3. Technische Daten

deltaflow DF25 und DF50:

Rohrgrößen: ID65mm bis 15.000mm

Temperaturbereiche: -120°C bis 1240°C

Druckbereiche: 0bar/a bis 400 bar/a

Meßbare Medien: Gase, Flüssigkeiten, Dampf

Meßumformer für Druck, Temperatur und

Differenzdruck: Alle gängigen Typen

flowcom:

Eingänge: 6 x 4..20mA, 2xPT100, 2x0..10kHz

Ausgänge: 4 x 4..20mA, 2 x Impuls, 2 Relais,

RS232

Eingaben: Fronttastatur, Windows-  
Kommunikationssoftware

Display: Alphanumerisch, 2x16 Zeichen

Hilfsenergie: 230VAC oder 24VDC

Einsatzbereich 0..50°C, nicht kondensierend

Einbaumaße: Fronttafeleinbau, 72x144mm,

250mm Tiefe

### 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung:

Einbauort: waagrechter Kanal

Durchmesser: 0,6m

Mittl. Abgastemperatur: 40°C

Relative Feuchte: 95-100%

Mittl. Abgasdichte: 1,3 kg/Nm³, feucht

Meßbereich: 0..15 m/s

Unsicherheit: 0,8%

Verfügbarkeit: 100%

Wartungsintervall: Anwendungsabhängig,  
normal >12 Monate

## Abgasanalysegerät testo 360 für O<sub>2</sub>, NOx (NO + NO<sub>2</sub>), SO<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub> „/° H<sub>2</sub>O, m/s, hPa, °C, mA/mV



### 1. Anwendungsbereich

Das testo 360 ist ein portables und eignungsgeprüftes Mehrfach-Meßsystem, das sich von der Anwendung her zwischen kleinen und einfachen portablen Meßgeräten für Kurzzeitmessungen und stationärer Meßtechnik für den Dauereinsatz anbietet.

#### Typische Anwendungen für das Meßsystem:

##### Emissionskontrolle:

- Einzelmessungen geeignet für § 26, 28 BImSchV-Messungen.
- Dauermessungen über mehrere Wochen (quasi-stationär), zum Beispiel bei Anlagen, die nicht kontinuierlich betrieben werden.

##### Rohgasuntersuchungen:

- Bestimmung des Filterwirkungsgrades (REA, Kat, usw.).
- Prozeßüberwachung von Thermoprozessen.
- Aufspüren von Fehlern (zum Beispiel Falschlufteinbruch) innerhalb des Abgasweges.

### 2. Aufbau und Arbeitsweise

#### Bedienen und Auswerten

Die Steuerung des testo 360 erfolgt über ein einfach zu bedienendes Notebook. Hier werden die Meßergebnisse zu einer detaillierten Dokumentation aufbereitet. Die menügeführte Software unter WINDOWS bietet dem Anwender vielfältige Darstellungsfunktionen wie Tabellen, Kurven oder Balkendiagramme.

Das Gerät speichert die Daten laufend ab. So wird bei einem Stromausfall ein Datenverlust ausgeschlossen.

#### Meßgas analysieren

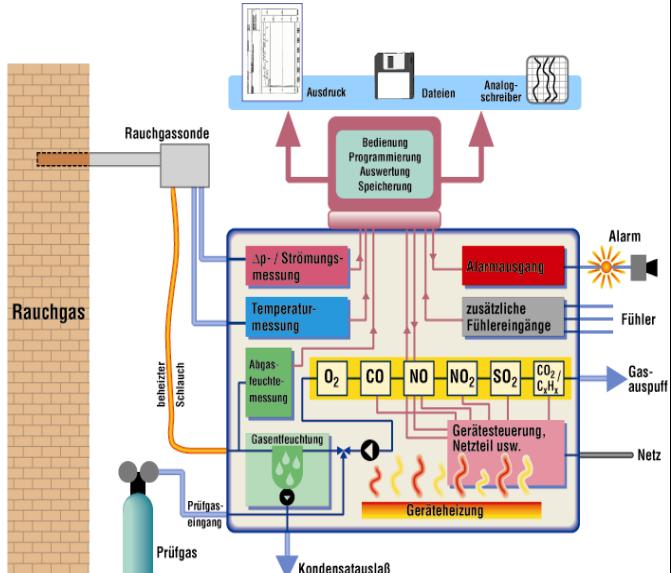
In der Analysebox befinden sich maximal 7 Gassensoren sowie die absorptionsarme Gasaufbereitung (Peltierkühler). Im Meßbetrieb bleibt der Deckel geschlossen. So wird die Schutzklasse IP 42 (Spritzwasser/Regen) erreicht.

Umgebungstemperaturen bis zu -25°C werden von der eingebauten Gerätēheizung kompensiert. Bei hohen Umgebungstemperaturen über +45°C wird ein spezieller Gerätekühler eingesetzt (Zubehör). So können auch bei ungünstigen Umgebungsbedingungen problemlos Langzeitmessungen im Freien durchgeführt werden.

Die Analysebox ist übersichtlich aufgebaut. Aufrüstungen oder der Tausch von Sensoren können jederzeit vom Anwender selbst durchgeführt werden.

Auf Wunsch kann eine echte Abgasfeuchtemessung durchgeführt werden. Das Gerät liefert dann automatisch die tatsächlichen, auf die Feuchte bezogenen Meßwerte.

Die programmierbare Frischluftspülung und der programmierbare Prüfgaszyklus zur Kontrolle und/oder zum Abgleich ermöglichen hochpräzise Messungen über mehrere Stunden und Tage. Um eventuelle Absorptionserscheinungen zu eliminieren, wird das Prüfgas entweder am Gerät oder direkt an der Rauchgassonde aufgegeben.



Übersicht und Funktionsweise des testo 360.

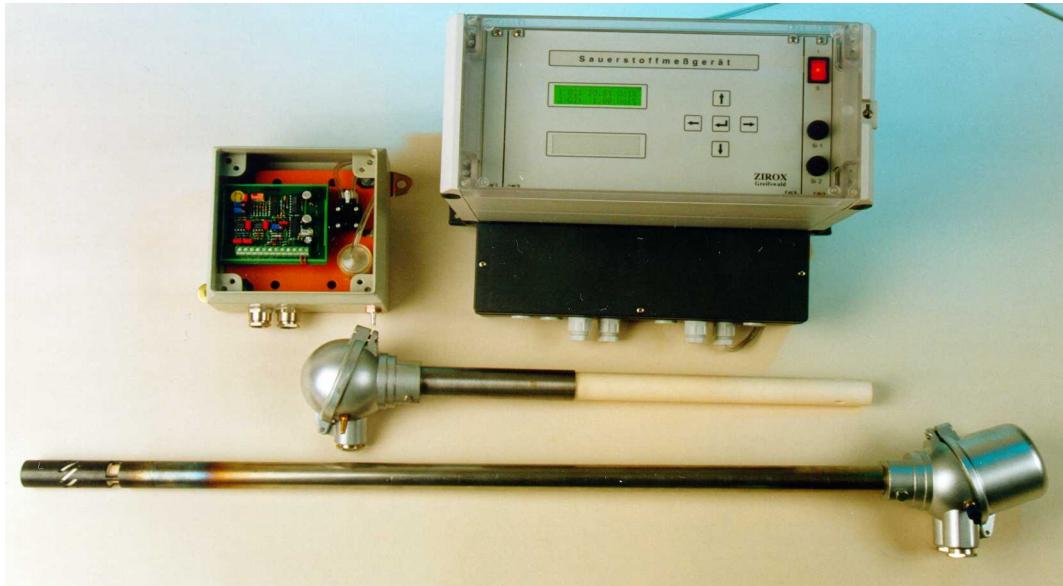
#### Rauchgassonden

Für das testo 360 bietet Testo ein modulares Sonden-System an. Neu ist die vollautomatische Multifunktionssonde. Sie wird gleichzeitig zur Gasanalyse und zur Strömungsmessung verwendet.

Um Meßwertverfälschungen durch Verschmutzen der Sonde zu vermeiden, wird sie einfach über Druckluft oder Stickstoff freigeblasen.

<p><b>3. Technische Daten</b></p> <p><b>3.1 Daten aus der Eignungsprüfung</b></p> <p><b>Meßbereiche:</b></p> <table border="0" data-bbox="198 303 769 640"> <tr> <td>Meßbereiche</td> <td>Kleinste geprüfte Meßbereiche *①</td> </tr> <tr> <td>O2: 0 - 21 Vol. %</td> <td>0 - 21 Vol. %</td> </tr> <tr> <td>CO: 0 - 10 000 ppm</td> <td>0 - 100 mg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td></td> <td>0 - 12 560 mg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>NO: 0 - 3 000 ppm</td> <td>0 - 300 mg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td></td> <td>0 - 6 160 mg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>NO<sub>2</sub>: 0 - 500 ppm</td> <td>angegeben als NO<sub>2</sub></td> </tr> <tr> <td></td> <td>0 - 1 030 mg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>SO<sub>2</sub>: 0 - 5 000 ppm</td> <td>0 - 100 mg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td></td> <td>0 - 14 650 mg/m<sup>3</sup></td> </tr> </table> <p>*① Hinweis: Die Anforderungen für die kleinsten Meßbereiche der 17. BlmSchV wurden erfüllt.</p> <p><b>Verfügbarkeit:</b> 96,1 % für alle Komponenten.</p> <p><b>Wartungsintervall:</b> 14 Tage (im Dauerbetrieb).</p> <p><b>Nachweisgrenze</b> (Mittelwerte): Jeweils vom Anzeigebereich:</p> <table border="0" data-bbox="198 853 690 932"> <tr> <td>CO: 0,92 %</td> <td>NO: 0,24 %</td> </tr> <tr> <td>NO<sub>2</sub>: 0,04 %</td> <td>SO<sub>2</sub>: 2,1 %</td> </tr> <tr> <td>O<sub>2</sub>: 0,01 Vol. %</td> <td></td> </tr> </table> <p><b>Beeinflussung des Meßsignals durch barometrische Luftdruckänderung Probengasdurchfluß:</b> Kein Einfluß.</p> <p><b>Zulässige Umgebungstemperatur:</b> -20°C bis +50°C.</p> <p><b>Temperaturabhängigkeit vom Nullpunkt:</b> 0 %.</p> <p><b>Temperaturabhängigkeit von der Empfindlichkeit:</b> Maximal 2,8 %.</p> <p><b>Zeitliche Änderung des Nullpunktes und der Empfindlichkeit:</b> &lt; 2 % vom Sollwert.</p> <p><b>Einstellzeit t90:</b> Maximal 30 Sekunden.</p> <p><b>Querempfindlichkeit</b> (gegenüber CO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, HCl, SO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub> und H<sub>2</sub>O in Prozent des Anzeigebereiches):</p> <table border="0" data-bbox="198 1370 690 1549"> <tr> <th>Nullpunkt</th> <th>Referenzpunkt</th> </tr> <tr> <td>CO: &lt; 0,1 %</td> <td>&lt; + 3,1 %</td> </tr> <tr> <td>SO<sub>2</sub>: &lt; + 3,2 %</td> <td>&lt; - 1,1 %</td> </tr> <tr> <td>NO: &lt; 0,1 %</td> <td>&lt; 0,1 %</td> </tr> <tr> <td>NO<sub>2</sub>: &lt; + 1,3 %</td> <td>&lt; + 1,2 %</td> </tr> <tr> <td>O<sub>2</sub>: &lt; 0,02 Vol. %</td> <td>&lt; 0,02 Vol. %</td> </tr> </table> <p><b>Abweichung der Istwerte zu den Sollwerten der Gerätekennlinie:</b> &lt; 2 % vom Anzeigebereich, maximal 0,13 Vol. % O<sub>2</sub>.</p> <p><b>Reproduzierbarkeit:</b></p> <table border="0" data-bbox="198 1706 722 1785"> <tr> <td>NO: R = 56</td> <td>NO<sub>2</sub>: R = 81</td> </tr> <tr> <td>SO<sub>2</sub>: R = 92 (70*)</td> <td>CO: 111 (69*)</td> </tr> <tr> <td>O<sub>2</sub>: R = 434</td> <td></td> </tr> </table> <p>* Meßbereich 17. BlmSchV</p>	Meßbereiche	Kleinste geprüfte Meßbereiche *①	O2: 0 - 21 Vol. %	0 - 21 Vol. %	CO: 0 - 10 000 ppm	0 - 100 mg/m <sup>3</sup>		0 - 12 560 mg/m <sup>3</sup>	NO: 0 - 3 000 ppm	0 - 300 mg/m <sup>3</sup>		0 - 6 160 mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> : 0 - 500 ppm	angegeben als NO <sub>2</sub>		0 - 1 030 mg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> : 0 - 5 000 ppm	0 - 100 mg/m <sup>3</sup>		0 - 14 650 mg/m <sup>3</sup>	CO: 0,92 %	NO: 0,24 %	NO <sub>2</sub> : 0,04 %	SO <sub>2</sub> : 2,1 %	O <sub>2</sub> : 0,01 Vol. %		Nullpunkt	Referenzpunkt	CO: < 0,1 %	< + 3,1 %	SO <sub>2</sub> : < + 3,2 %	< - 1,1 %	NO: < 0,1 %	< 0,1 %	NO <sub>2</sub> : < + 1,3 %	< + 1,2 %	O <sub>2</sub> : < 0,02 Vol. %	< 0,02 Vol. %	NO: R = 56	NO <sub>2</sub> : R = 81	SO <sub>2</sub> : R = 92 (70*)	CO: 111 (69*)	O <sub>2</sub> : R = 434		<p><b>3.2 Weitere technische Daten</b></p> <p><b>Weitere Meßgrößen</b> (nicht eignungsgeprüft):</p> <table border="0" data-bbox="849 258 1467 1471"> <tr> <td><b>CO<sub>2</sub>:</b></td> <td>Meßbereich: 0 - 25 Vol. %</td> <td>Genauigkeit: ≤ 5 % v. MBE</td> </tr> <tr> <td><b>Abgasfeuchte:</b></td> <td>2,0 - 31 Vol. %</td> <td>≤ 4 % H<sub>2</sub>O</td> </tr> <tr> <td></td> <td>+15 - +70°C</td> <td>absolut</td> </tr> <tr> <td><b>Abgastemperatur:</b></td> <td>Taupunkt 0 - 1 200°C</td> <td>abhängig vom eingesetzten Thermoelement</td> </tr> <tr> <td><b>Strömungsge- schwindigkeit</b> (berechnet aus Druckdifferenz):</td> <td>5 - 40 m/s (± 50 hPa)</td> <td>≤ 1,5 m/s (≤ 0,05 hPa plus 1 % vom Meßwert)</td> </tr> <tr> <td><b>CxHy:</b></td> <td>0,3 - 4 % Methan &lt; 10 % v. MBE</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Meßbereichserweiterung:</b></td> <td>Schaltbare Verdünnungsfaktoren: 0 = aus; 2,5; 10; 20 und 40.</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Netzanschluß</b></td> <td>115/230 V umschaltbar 50-60 Hz</td> <td><b>Kondensatwege</b> Peristaltik-Pumpe, beheizter Kondensatausgang</td> </tr> <tr> <td><b>Elektr. Leistungs- aufnahme</b></td> <td>360 VA (bei 2,2 m Heizschlauch)</td> <td><b>Bedieneinheit</b> abnehmbares Notebook (Befestigung über Industrie-klettband)</td> </tr> <tr> <td><b>Meß- bereitschaft</b></td> <td>mit Heizung, Gasaufbereitung und beheiztem Schlauch: ca. 20 min. (Umgebungstemperatur +20 °C)</td> <td>Mindestausstattung 486er 4 MB Hauptspeicher 250 MB Festplatte</td> </tr> <tr> <td><b>Zulässige Betriebstemp.</b></td> <td>mit Heizung und externem Kühlern: -25...+55 °C</td> <td><b>Alarmausgang</b> max. Schaltspannung 250 V AC max. Schaltstrom 4 A</td> </tr> <tr> <td><b>Zul. Lagertemp.</b></td> <td>-25...+55 °C</td> <td><b>Schutzklasse</b> IP42 (nur testo 360-1 bei geschlossener Haube) nach DIN 40050/IEC 529</td> </tr> <tr> <td><b>Durchfluß der ein- gebauten Pumpe</b></td> <td>ca. 1,0 l/min, mit Durchflußüberwachung</td> <td><b>Gehäusematerial</b> Polycarbonat</td> </tr> <tr> <td><b>Max. Taupunkt des Abgases</b></td> <td>+70 °C</td> <td>Haube glaslaserverstärkter Kunststoff (UP)</td> </tr> <tr> <td><b>Max. Überdruck am Rauchgas-/ Prüfgaseingang</b></td> <td>50 hPa (500 mm WS)</td> <td>Unterteil Edelstahl</td> </tr> <tr> <td><b>Max. Unterdruck am Rauchgas-eingang</b></td> <td>200 hPa (2000 mm WS)</td> <td><b>Material</b> C-Flex®, PTFE-Schläuche, Gaswege Polyamid</td> </tr> <tr> <td><b>Gasaufbereitung</b></td> <td>Mikroprozessor-geregelter Peltierkühler mit Taupunktsteuerung, Innenbeschichtung Rilsan®</td> <td><b>Mat. Druckwege</b> Polyamid</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><b>Gewicht</b> ca. 21 kg inkl. Notebook (bei voller Bestückung)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><b>Analysebox</b> Abmessungen 610 x 400 x 390 mm (mit Handgriffen)</td> </tr> </table> <p><b>Länge beheizte Gasentnahmeschläuche:</b> 2,2; 4 und 8 m.</p> <p><b>Sondensysteme:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modulares Industriesondensystem (beheizt/unbeheizt) bis zu 3 m Länge.</li> <li>- Multifunktionssonde für Dauermessungen.</li> <li>- Anschlußmöglichkeit an Fremdsonden.</li> </ul> <p><b>Meßwertausgabe:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Über Notebook (ASCII-Datei), RS 232-Schnittstelle.</li> <li>- Stromausgang 4 bis 20 mA skalierbar.</li> </ul> <p><b>Zusatzeingänge:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mA/mV (zum Beispiel für FID) (maximal 3).</li> <li>- Temperatur und Differenzdruck (maximal 3).</li> </ul>	<b>CO<sub>2</sub>:</b>	Meßbereich: 0 - 25 Vol. %	Genauigkeit: ≤ 5 % v. MBE	<b>Abgasfeuchte:</b>	2,0 - 31 Vol. %	≤ 4 % H <sub>2</sub> O		+15 - +70°C	absolut	<b>Abgastemperatur:</b>	Taupunkt 0 - 1 200°C	abhängig vom eingesetzten Thermoelement	<b>Strömungsge- schwindigkeit</b> (berechnet aus Druckdifferenz):	5 - 40 m/s (± 50 hPa)	≤ 1,5 m/s (≤ 0,05 hPa plus 1 % vom Meßwert)	<b>CxHy:</b>	0,3 - 4 % Methan < 10 % v. MBE		<b>Meßbereichserweiterung:</b>	Schaltbare Verdünnungsfaktoren: 0 = aus; 2,5; 10; 20 und 40.		<b>Netzanschluß</b>	115/230 V umschaltbar 50-60 Hz	<b>Kondensatwege</b> Peristaltik-Pumpe, beheizter Kondensatausgang	<b>Elektr. Leistungs- aufnahme</b>	360 VA (bei 2,2 m Heizschlauch)	<b>Bedieneinheit</b> abnehmbares Notebook (Befestigung über Industrie-klettband)	<b>Meß- bereitschaft</b>	mit Heizung, Gasaufbereitung und beheiztem Schlauch: ca. 20 min. (Umgebungstemperatur +20 °C)	Mindestausstattung 486er 4 MB Hauptspeicher 250 MB Festplatte	<b>Zulässige Betriebstemp.</b>	mit Heizung und externem Kühlern: -25...+55 °C	<b>Alarmausgang</b> max. Schaltspannung 250 V AC max. Schaltstrom 4 A	<b>Zul. Lagertemp.</b>	-25...+55 °C	<b>Schutzklasse</b> IP42 (nur testo 360-1 bei geschlossener Haube) nach DIN 40050/IEC 529	<b>Durchfluß der ein- gebauten Pumpe</b>	ca. 1,0 l/min, mit Durchflußüberwachung	<b>Gehäusematerial</b> Polycarbonat	<b>Max. Taupunkt des Abgases</b>	+70 °C	Haube glaslaserverstärkter Kunststoff (UP)	<b>Max. Überdruck am Rauchgas-/ Prüfgaseingang</b>	50 hPa (500 mm WS)	Unterteil Edelstahl	<b>Max. Unterdruck am Rauchgas-eingang</b>	200 hPa (2000 mm WS)	<b>Material</b> C-Flex®, PTFE-Schläuche, Gaswege Polyamid	<b>Gasaufbereitung</b>	Mikroprozessor-geregelter Peltierkühler mit Taupunktsteuerung, Innenbeschichtung Rilsan®	<b>Mat. Druckwege</b> Polyamid			<b>Gewicht</b> ca. 21 kg inkl. Notebook (bei voller Bestückung)			<b>Analysebox</b> Abmessungen 610 x 400 x 390 mm (mit Handgriffen)
Meßbereiche	Kleinste geprüfte Meßbereiche *①																																																																																																					
O2: 0 - 21 Vol. %	0 - 21 Vol. %																																																																																																					
CO: 0 - 10 000 ppm	0 - 100 mg/m <sup>3</sup>																																																																																																					
	0 - 12 560 mg/m <sup>3</sup>																																																																																																					
NO: 0 - 3 000 ppm	0 - 300 mg/m <sup>3</sup>																																																																																																					
	0 - 6 160 mg/m <sup>3</sup>																																																																																																					
NO <sub>2</sub> : 0 - 500 ppm	angegeben als NO <sub>2</sub>																																																																																																					
	0 - 1 030 mg/m <sup>3</sup>																																																																																																					
SO <sub>2</sub> : 0 - 5 000 ppm	0 - 100 mg/m <sup>3</sup>																																																																																																					
	0 - 14 650 mg/m <sup>3</sup>																																																																																																					
CO: 0,92 %	NO: 0,24 %																																																																																																					
NO <sub>2</sub> : 0,04 %	SO <sub>2</sub> : 2,1 %																																																																																																					
O <sub>2</sub> : 0,01 Vol. %																																																																																																						
Nullpunkt	Referenzpunkt																																																																																																					
CO: < 0,1 %	< + 3,1 %																																																																																																					
SO <sub>2</sub> : < + 3,2 %	< - 1,1 %																																																																																																					
NO: < 0,1 %	< 0,1 %																																																																																																					
NO <sub>2</sub> : < + 1,3 %	< + 1,2 %																																																																																																					
O <sub>2</sub> : < 0,02 Vol. %	< 0,02 Vol. %																																																																																																					
NO: R = 56	NO <sub>2</sub> : R = 81																																																																																																					
SO <sub>2</sub> : R = 92 (70*)	CO: 111 (69*)																																																																																																					
O <sub>2</sub> : R = 434																																																																																																						
<b>CO<sub>2</sub>:</b>	Meßbereich: 0 - 25 Vol. %	Genauigkeit: ≤ 5 % v. MBE																																																																																																				
<b>Abgasfeuchte:</b>	2,0 - 31 Vol. %	≤ 4 % H <sub>2</sub> O																																																																																																				
	+15 - +70°C	absolut																																																																																																				
<b>Abgastemperatur:</b>	Taupunkt 0 - 1 200°C	abhängig vom eingesetzten Thermoelement																																																																																																				
<b>Strömungsge- schwindigkeit</b> (berechnet aus Druckdifferenz):	5 - 40 m/s (± 50 hPa)	≤ 1,5 m/s (≤ 0,05 hPa plus 1 % vom Meßwert)																																																																																																				
<b>CxHy:</b>	0,3 - 4 % Methan < 10 % v. MBE																																																																																																					
<b>Meßbereichserweiterung:</b>	Schaltbare Verdünnungsfaktoren: 0 = aus; 2,5; 10; 20 und 40.																																																																																																					
<b>Netzanschluß</b>	115/230 V umschaltbar 50-60 Hz	<b>Kondensatwege</b> Peristaltik-Pumpe, beheizter Kondensatausgang																																																																																																				
<b>Elektr. Leistungs- aufnahme</b>	360 VA (bei 2,2 m Heizschlauch)	<b>Bedieneinheit</b> abnehmbares Notebook (Befestigung über Industrie-klettband)																																																																																																				
<b>Meß- bereitschaft</b>	mit Heizung, Gasaufbereitung und beheiztem Schlauch: ca. 20 min. (Umgebungstemperatur +20 °C)	Mindestausstattung 486er 4 MB Hauptspeicher 250 MB Festplatte																																																																																																				
<b>Zulässige Betriebstemp.</b>	mit Heizung und externem Kühlern: -25...+55 °C	<b>Alarmausgang</b> max. Schaltspannung 250 V AC max. Schaltstrom 4 A																																																																																																				
<b>Zul. Lagertemp.</b>	-25...+55 °C	<b>Schutzklasse</b> IP42 (nur testo 360-1 bei geschlossener Haube) nach DIN 40050/IEC 529																																																																																																				
<b>Durchfluß der ein- gebauten Pumpe</b>	ca. 1,0 l/min, mit Durchflußüberwachung	<b>Gehäusematerial</b> Polycarbonat																																																																																																				
<b>Max. Taupunkt des Abgases</b>	+70 °C	Haube glaslaserverstärkter Kunststoff (UP)																																																																																																				
<b>Max. Überdruck am Rauchgas-/ Prüfgaseingang</b>	50 hPa (500 mm WS)	Unterteil Edelstahl																																																																																																				
<b>Max. Unterdruck am Rauchgas-eingang</b>	200 hPa (2000 mm WS)	<b>Material</b> C-Flex®, PTFE-Schläuche, Gaswege Polyamid																																																																																																				
<b>Gasaufbereitung</b>	Mikroprozessor-geregelter Peltierkühler mit Taupunktsteuerung, Innenbeschichtung Rilsan®	<b>Mat. Druckwege</b> Polyamid																																																																																																				
		<b>Gewicht</b> ca. 21 kg inkl. Notebook (bei voller Bestückung)																																																																																																				
		<b>Analysebox</b> Abmessungen 610 x 400 x 390 mm (mit Handgriffen)																																																																																																				

# Emissionsmeßeinrichtung ZIROX® K10H, E300P, E400H für Sauerstoff in Rauchgasen



## ZIROX® Sauerstoffmeßsonden mit Vorverstärker E 300P und Auswerteelektronik E 400H

## 1. Anwendungsbereich

## Sauerstoffmessungen in Rauchgasen von Großfeuerungs- und Müllverbrennungsan- lagen

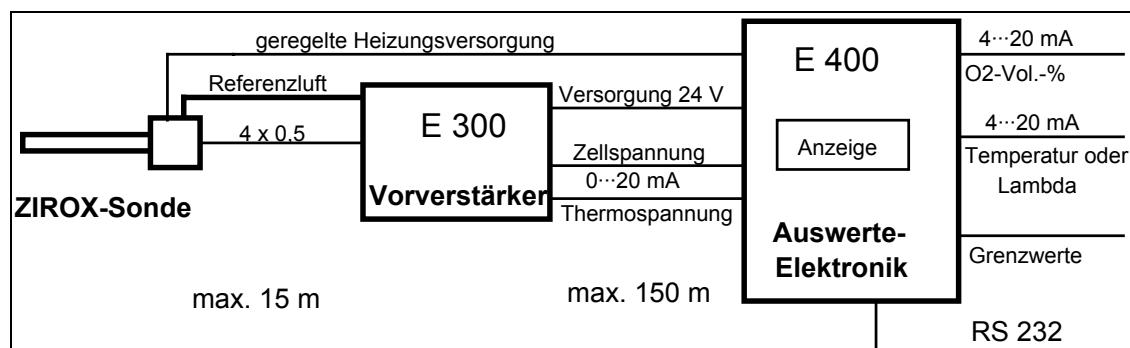
## 2. Aufbau und Arbeitsweise

Das Meßelement ist eine Zirkondioxid-meßzelle in einer in situ-Sonde, deren Einbaulänge im Bereich von 0,3 bis 1,8 m frei wählbar ist.

Ein Vorverstärker in einem Feldgehäuse wandelt die Sondensignale in störfeste Stromsignale. Eine Miniaturpumpe erzeugt die für die Sonde erforderliche Referenzluft.

Die Auswerteelektronik enthält einen Mikrokontroller zur Berechnung der Sauerstoffkonzentration aus der Thermospannung und der Zellspannung der Sonde. Mit Hilfe des Mikrokontrollers wird weiterhin ständig die einwandfreie Funktion der Meßsonde überwacht. Die Anzeige des Meßwertes erfolgt auf einem beleuchteten Flüssigkristalldisplay. Als Ausgänge sind verfügbar: Ein Stromausgang 0/4···20 mA, durch Anwender skalierbar, 2 Grenzwertmelder (Relais), vom Anwender leicht programmierbar, 1 Alarmausgang (Relais) für Störungen und eine RS 232-Schnittstelle.

## Blockschaltbild:



### 3. Technische Daten

#### 3.1 Daten aus der Eignungsprüfung

Geprüfter Meßbereich: 0…20 Vol.-% O<sub>2</sub>  
Verfügbarkeit: 99,6 %  
Wartungsintervalle: 4 Wochen  
Nachweisgrenze: 0,05 Vol.-% O<sub>2</sub>  
Beeinflussung durch Luftdruckschwankungen: nicht registriert  
Umgebungstemperaturbereich: -10…55 °C  
Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes: < 0,06 Vol.-% O<sub>2</sub>  
Temperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit: < 0,04 Vol.-% O<sub>2</sub>  
Zeitliche Änderung des Nullpunktes: < 0,12 Vol.-% O<sub>2</sub>  
Zeitliche Änderung der Empfindlichkeit: < 0,12 Vol.-% O<sub>2</sub>  
Einstellzeit (90%-Zeit): <12 s  
Querempfindlichkeit: Summe < 0,13 Vol.-% O<sub>2</sub>  
Reproduzierbarkeit: R =239

#### 3.2 Weitere technische Daten

Meßwertausgang: analog:0/4…20 mA  
digital: RS 232  
Bereich des Stromausgangs vom Anwender skalierbar  
Grenzwertmelder: 2 Relais, frei programmierbar  
Einstellzeit: programmierbar von 1…100 s  
Zulässige Meßgastemperatur: 0…900 °C  
Stromversorgung: 120/240 VAC, ca. 120 VA  
Abmessungen (BxHxT): 380 x 300 x 200 mm  
Schutzgrad: IP 56